Programme de recherche multidisciplinaire sur le sébaste (1995-1998) : Rapport final

Dominique Gascon, éditeur

Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer
C. P. 1000
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4
CANADA

2003

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2462

Pêches et Océans | Fisheries and Oceans

Canada

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Ils sont essentiellement destinés à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications intégrales. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont indexés dans la base de données *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement d'origine dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contribute to existing knowledge but that are not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter, and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is indexed in the data base *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

103-06352/

Rapport technique canadien

des sciences halieutiques et aquatiques 2462

2003

Programme de recherche multidisciplinaire sur le sébaste (1995-1998) : Rapport final

Dominique Gascon, éditeur

Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer
C.P. 1000
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4
CANADA

© Ministre de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 2003
N° cat. Fs 97-6/2462 ISSN 0706-6570

On devra référer comme suit à cette publication :

Gascon, D. (ed.). 2003. Programme de recherche multidisciplinaire sur le sébaste (1995-1998) : Rapport final. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2462: xiv + 152 p.

This report is also available in English.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux v
Liste des figures viii
Résumé xiv
Abstract xiv
I. SURVOL DU PROGRAMME ET INTRODUCTION 1
1. Introduction 3
1.1 Contexte 3
1.2 Identification à l'espèce et structure des stocks 5
1.3 Meilleures méthodes d'évaluation et de gestion des stocks 6
1.4 Répartition du sébaste en relation avec les conditions environnementales 7
1.5 Études sur le recrutement 8
II. IDENTIFICATION À L'ESPÈCE ET STRUCTURE DES STOCKS 11
2. Identification à l'espèce et structure des stocks 13
2.1 AFC, EGM et MDH, les trois caractères habituellement utilisées pour l'identification à l'espèce 15
2.2 Variation génétique du sébaste (*Sebastes* sp.) dans le golfe du Saint-Laurent et l'Atlantique Nord-Ouest 18
2.3 Identification des sébastes à l'espèce selon la forme 23
2.4 Identification des stocks de *Sebastes mentella* dans l'Atlantique Nord-Ouest selon leurs parasites 25
2.5 Marquage expérimental des sébastes 26
III. MEILLEURES MÉTHODES D'ÉVALUATION ET DE GESTION DES STOCKS 49
3. Protocoles normalisés d'échantillonnage et d'analyse des données sur le sébaste des unités de gestion 1, 2 et 3 et de la division 3O de l'OPANO 51
3.1 Introduction 51
3.2 Résultats 51
3.3 Conclusions 53
4. Analyse rétrospective de la distribution des prises de sébaste : déductions sur les migrations du sébaste par analyse des renseignements des journaux de pêche commerciale dans les unités de gestion 1 à 3 de 1988 à 1992 59
4.1 Introduction 59
4.2 Matériel et méthodes 60
4.3 Résultats 60
4.4 Conclusions 61
4.5 Remerciements 62

IV. RÉPARTITION DU SÉBASTE EN RELATION AVEC LES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES 75
5. Préférences de température et tolérance à la température chez les larves et les adultes de *S. fasciatus* et de *S. mentella* 77
5.1 Tolérance des larves de *S. fasciatus* à la température 77
5.2 Préférences de température des adultes 78
5.3 Remerciements 80
6. Propriétés acoustiques du sébaste (*Sebastes* spp.) 83
7. Liens environnementaux et historiques d'exposition des sébastes 89
8. Changements dans la répartition du sébaste dans le golfe du Saint-Laurent d'après des données de relevé de recherche 95
8.1 Introduction 95
8.2 Matériel et méthodes 95
8.3 Résultats et discussion 96
V. ÉTUDES SUR LE RECRUTEMENT 99
9. Prises accessoires de sébaste dans la pêche à la crevette et examen des causes possibles de la disparition de la classe d'âge 1988 101
9.1 Introduction 101
9.2 Prises accessoires de sébaste dans la pêche à la crevette 101
9.3 Discussion 102
10. Variabilité des caractéristiques de la reproduction du sébaste acadien (*Sebastes fasciatus*) et de la production de larves dans le golfe du Saint-Laurent 105
10.1 Variabilité des caractéristiques de la reproduction du sébaste et de la production de larves dans le golfe du Saint-Laurent 105
10.2 Époque de la maturité sexuelle, de l'accouplement, de la fécondation et de la fraye chez *S. fasciatus* et *S. mentella* 109
10.3 Régime alimentaire de *S. fasciatus* et de *S. mentella* 111
10.4 Remerciements 111
11. Utilisation des ressources endogènes et exogènes au cours des premiers stades de développement du sébaste (*Sebastes* spp.) 127
VI. CONCLUSIONS 133
12. Sommaire et principales conclusions 135
13. Références 139
Annexes 144
Annexe I Publications issues du Programme 144
Annexe II Chronologie du Programme sur le sébaste 146
Annexe III Mandat, Comité directeur et Comité scientifique 148
Annexe IV Dernier atelier 150

LISTE DES TABLEAUX

Tableau.2.1. Nombre d'individus capturés de 1994 à 1998 dans chaque division de gestion du sébaste de l'OPANO pour lesquels on dispose de données sur le nombre de rayons mous de la nageoire anale (RMNA), le point de passage du muscle extrinsèque de la vessie natatoire (EGM) et le génotype au locus de la malate déshydrogénase (MDH). Nota : le fjord du Saguenay fait partie de l'unité 1. P : printemps (mars, avril et mai); É : été (juin, juillet et août); A : automne (septembre, octobre et novembre); H : hiver (décembre, janvier et février).....27

Tableau 2.2. Répartition par taille des spécimens analysés. Pour certaines régions, la taille de l'échantillon diffère de celle présentée au Tableau.2.1 en raison de données de taille manquantes. *N* : taille de l'échantillon; Min. : taille minimale; Max. : taille maximale; C.V. : coefficient de variation.....28

Tableau 2.3. Nombre observé (Obs.) et attendu (Att.) d'individus de chacun des trois génotypes au locus *MDH-A** et fréquences alléliques pour les échantillons obtenus de 1994 à 1998 dans chaque division de l'OPANO. *N* = taille de l'échantillon.....29

Tableau 2.4. Prévalence (%), intensité d'infestation moyenne (± écart-type) et gamme d'intensité d'infestation de *Sebastes mentella* par des parasites servant de marqueurs biologiques dans l'Atlantique Nord-Ouest. *N* est le nombre de poissons examinés.....30

Tableau 2.5. Comparaisons non paramétriques, stratifiées selon la longueur, de l'abondance moyenne des parasites infestant *S. mentella* entre l'unité 1 (golfe du Saint-Laurent) et l'unité 2 (détroit de Cabot et chenal Laurentien). Les données sont corrigées au moyen de la méthode bootstrap pour tenir compte de la multiplicité globale des tests. (* = $p < 0,05$).....31

Tableau 3.1. Évènement importants du projet sur les protocoles interrégionaux normalisés des relevés du sébaste dans les unités de gestion 1, 2 et 3 et la division 3O de l'OPANO.....54

Tableau 3.2. Nombre d'échantillons de sébaste prélevés par unité de gestion et type d'échantillons. Espèces : nombre d'individus de chaque espèce ayant été identifiés d'après le nombre de rayons de la nageoire anale, la musculature extrinsèque de la vessie natatoire ou la combinaison allélique au locus de la MDH. Âge : nombre d'individus dont l'âge a

été déterminé. Maturité : nombre d'individus dont le stade de maturité a été établi. 54

Tableau 5.1. Taux cumulatif de mortalité (M, %) des larves de *S. fasciatus* sur une période de 96 heures après leur exposition à diverses températures de l'eau (T, °C). La tolérance a été mesurée chez des larves nouveau-nées (nn) et des larves à jeun depuis quatre jours (à jeun). Les résultats pour 1996 et 1997 indiquent le taux moyen de mortalité de la progéniture respective de 14 et 16 femelles. 81

Tableau 8.1. Séries de relevés utilisées dans l'analyse. 97

Tableau 8.2. Moyenne des médianes de la répartition du sébaste (profondeur, température et latitude) dans le golfe du Saint-Laurent en été et au début de l'automne pendant trois périodes différentes 97

Tableau 9.1. Résultats des estimations des volumes de sébaste rejetés à la mer dans le cadre de la pêche à la crevette. L'abondance de sébaste < 25 cm dans les prises du relevé d'été du MPO est indiquée. 104

Tableau 10.1. Relevés de recherche et expéditions d'échantillonnage effectués en 1996, 1997, 1998 et 1999 dans le cadre du programme de recherche sur le sébaste de l'Atlantique Nord-Ouest. **A)** Calendrier mensuel : les lettres indiquent le mois et les numéros renvoient à **B)** Navire, numéro du voyage et dates d'échantillonnage. 113

Tableau 10.2. Taille des échantillons des divers tissus prélevés entre 1996 et 1999 aux fins de mesure du poids sec et des réserves d'énergie 114

Tableau 10.3. Relation entre le poids total et la longueur des sébastes reproducteurs femelles capturés en avril 1997 dans la partie nord du golfe du Saint-Laurent. 115

Tableau 10.4. Relation entre le poids total et la longueur des reproducteurs femelles de *S. fasciatus* capturés dans l'estuaire du Saint-Laurent en mai, de 1997 à 1999. 115

Tableau 10.5 . Stade de développement et diamètre des œufs de *S. mentella*, de *S. fasciatus* et des hétérozygotes, identifiés d'après la cote MDH. Les échantillons ont été prélevés lors de la croisière de recherche du Teleost effectuée à la fin d'avril 1997 et examinés à bord. Le diamètre maximum de la capsule de l'œuf, de la vésicule vitelline et du globule lipidique est indiqué. Le stade de développement embryonnaire est indiqué comme une proportion, le stade 2 étant des embryons au stade de morula, de blastula ou de gastrula; le stade 3, des embryons formés non pigmentés, le stade 4, des embryons formés pigmentés dont seuls les yeux portent des mélanophores et le stade 5, des embryons formés pigmentés portant des mélanophores sur tout le corps. La proportion d'œufs éclos et la proportion de

femelles portant des œufs éclos sont indiquées en pourcentages. La forme des œufs est indiquée comme le rapport entre la proportion d'œufs sphériques et elliptiques.....116

Tableau 10.6. Proportion (%) de sébaste des diverses catégories de longueur ayant des proies des divers groupes dans leur estomac. Les estomacs contenant des restes de crustacés et de poisson non identifiés ne sont pas inclus.....117

Tableau 11.1. Description des stades de développement du sébaste avant l'expulsion fondée sur le diamètre des yeux, la longueur totale et les patrons de pigmentation.....129

Tableau 11.2. Taux de croissance, de survie et d'attaque moyens du sébaste (*Sebastes* spp.) et de la morue (*Gadus morhua*) élevés dans des milieux à faible concentration (de 1 000 à 1 500 proies par litre) et à forte concentration (de 4 000 à 4 500 proies par litre) de proies.....130

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1. Carte de l'Atlantique Nord-Ouest indiquant les limites des divisions de l'OPANO et des unités de gestion du sébaste. La région indiquée en bleu (sous-divisions 3Pn et 4Vn de l'OPANO) est l'endroit où la répartition du sébaste des unités 1 et 2 se chevauche certaines saisons. 10

Figure 2.1. Représentation schématique des trois critères (AFC, EGM et MDH) qui servent à discriminer entre *Sebastes fasciatus* et *S. mentella* dans l'Atlantique Nord-Ouest. 32

Figure 2.2. Carte de l'Atlantique Nord-Ouest qui montre la position des 184 sites d'échantillonnage où 552 traits de chalut de fond ont été effectués de 1994 à 1998. Tous les traits effectués à l'intérieur d'un carré de 0,5 degré par 0,5 degré de latitude ont été regroupés peu importe l'année d'échantillonnage. 33

Figure 2.3. Répartition de *Sebastes fasciatus* et de *S. mentella* dans l'Atlantique Nord-Ouest selon la distribution des trois génotypes observés au locus *MDH-A**. Les unités de gestion du sébaste sont indiquées. 34

Figure 2.4. Répartition de *Sebastes fasciatus* et de *S. mentella* dans l'Atlantique Nord-Ouest selon la répartition des points de passage du muscle de la vessie natatoire. Les unités de gestion du sébaste sont indiquées. EGM = 1 : le muscle extrinsèque de la vessie natatoire passe entre les côtes 2 et 3 (*S. mentella*); EGM ≥ 3 : le muscle extrinsèque de la vessie natatoire passe entre les côtes 3 et 4 ou suivantes (*S. fasciatus*); EGM = 2 : le muscle extrinsèque de la vessie natatoire passe à la fois entre les côtes 2 et 3 et entre les côtes 3 et 4 (incertain). 35

Figure 2.5. Répartition de *Sebastes fasciatus* et de *S. mentella* dans l'Atlantique Nord-Ouest selon la distribution du nombre de rayons mous de la nageoire anale (AFC). Les unités de gestion du sébaste sont indiquées. 36

Figure 2.6. Carte de l'Atlantique Nord-Ouest qui résume la répartition générale de *Sebastes fasciatus* et de *S. mentella* établie selon les données sur les caractères MDH, EGM et AFC. Les hachures foncées indiquent approximativement les deux zones d'allopatrie, et les hachures pâles, la zone de sympatrie. 37

Figure 2.7. Carte de l'Atlantique Nord-Ouest qui montre le niveau de concordance entre les critères habituels d'identification des sébastes à l'espèce. 38

Figure 2.8. Représentation schématique d'une unité de répétition d'ADNr. Les cases noires représentent la séquence codante, et les cases blanches, les espaceurs transcrits. La position des divers sites de restriction est indiquée, notamment celle du site *Sca*I, qui a servi pour l'identification de *S. fasciatus* (ScF) et de *S. mentella* (ScM). Les lettres A et B indiquent la position approximative des amorces utilisées pour amplifier la séquence 18S. La position de la sonde 28S est également indiquée. ITS : espaceur interne transcrit; ETS : espaceur externe transcrit; IGS : espaceur intergénique. K : *Kpn*I; E : *Eco*RI; S : *Ssp*I; Ba : *Bam*HI; Sa : *Sac*I; Sc : *Sca*I; P : *Pvu*II; H : *Hind*III; * : fragment de 0,1 Kb; ** : fragment d'environ 0,9 Kb; *** : fragment de 0,6 Kb.....39

Figure 2.9. Répartition par taille des fragments de restriction générés après la double digestion par *Eco*RI et *Sca*I pour les trois groupes d'ADNr. N= taille de l'échantillon.....40

Figure 2.10. Carte de l'Atlantique Nord qui montre les secteurs où les différents échantillons de *S. fasciatus* (étoiles foncées) et de *S. mentella* (cercles foncés) ont été recueillis.....41

Figure 2.11. Dendrogramme de similarité (« neighbour-joining ») de 86 sébastes fondé sur leurs distances alléliques partagées. Les flèches désignent les individus assignés à la mauvaise espèce. Les valeurs entre parenthèses constituent l'indice de classification pour chaque groupe (échantillon total de 260 spécimens).....42

Figure 2.12. Diagramme de l'analyse factorielle de correspondance (analyse en composantes principales) qui montre chaque sébaste des zones d'allopatrie ou de sympatrie dans un espace multidimensionnel. (■) *S. mentella* de la zone de sympatrie; (●) *S. fasciatus* de la zone d'allopatrie; (□) *S. fasciatus* de la zone de sympatrie; (○) *S. mentella* de la zone d'allopatrie.....43

Figure 2.13. Dendrogramme de similarité (« neighbour-joining »), fondé sur les distances génétiques appariées de Cavalli-Sforza et d'Edward (1967), qui montre les relations entre les 19 échantillons de *Sebastes mentella* et les deux échantillons de *S. fasciatus* recueillis dans l'Atlantique Nord. Les niveaux de confiance (en pourcentage) ont été estimés pour 1 000 échantillons bootstrap obtenus par le rééchantillonnage des fréquences alléliques.....44

Figure 2.14. Les 18 points de repère utilisés dans l'analyse de morphométrie géométrique : 1) extrémité du tubercule symphysaire; 2) base des dents sur la mandibule; 3) épine préoculaire; 4) épine occipitale ou pariétale; 5) point d'insertion antérieur de la nageoire dorsale; 6)

base postérieure du quatrième rayon dur de la nageoire dorsale; 7) base postérieure du dernier rayon dur de la nageoire dorsale; 8) point d'insertion postérieur de la nageoire dorsale; 9) point d'insertion supérieur de la nageoire caudale; 10) extrémité postérieure de la ligne latérale; 11) point d'insertion inférieur de la nageoire caudale; 12) point d'insertion postérieur de la nageoire anale; 13) point d'insertion antérieur de la nageoire anale; 14) point d'insertion postérieur de la nageoire pelvienne; 15) point d'insertion antérieur de la nageoire pelvienne; 16) extrémité inférieure de la ceinture scapulaire; 17) extrémité postérieure de la mandibule; 18) point d'insertion inférieur du tubercule symphysaire.....45

Figure 2.15. Coordonnées des spécimens de *S. mentella* (○), de *S. fasciatus* (◇) et de sébastes hétérozygotes (■) par rapport aux deux fonctions discriminantes déterminées à partir des données morphométriques. Le symbole ◘ indique les coordonnées de la forme moyenne du corps de chaque génotype.....46

Figure 2.16. **A)** Contour moyen des 52 spécimens de *S. mentella* (------) et des 49 spécimens de *S. fasciatus* (——) après normalisation de la taille et superposition procrustes; **B)** Diagramme polaire qui montre l'écart, à chaque point de repère, entre le contour moyen de *S. mentella* et celui de *S. fasciatus*.....47

Figure 2.17. Carte de l'Atlantique Nord-Ouest qui montre les sites d'échantillonnage pour l'étude des parasites. La zone de chevauchement (sous-divisions 3Pn et 4Vn) est indiquée par des hachures.....48

Figure 3.1 Répartition géographique de *S. fasciatus* et de *S. mentella* reposant sur la distribution des trois génotypes décelés au locus *MDH** dans les unités de gestion 1 et 2.....55

Figure 3.2. Longueur du sébaste par âge selon le sexe et l'espèce, telle qu'indiquée par la variabilité au locus *MDH**.....56

Figure 3.3. Stade de maturité du sébaste par âge selon le sexe et l'espèce.....57

Figure 3.4. Stade de maturité du sébaste par longueur selon le sexe et l'espèce.....58

Figure 4.1. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10'.....63

Figure 4.2. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10' (suite).....64

Figure 4.3. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10' (suite). 65

Figure 4.4. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10' (suite). 66

Figure 4.5. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10' (suite). 67

Figure 4.6. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10' (suite). 68

Figure 4.7. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10' (suite). 69

Figure 4.8. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10' (suite). 70

Figure 4.9. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10' (suite). 71

Figure 4.10. Distribution de l'effort de pêche du sébaste (heures de pêche) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10'. 72

Figure 4.11. Distribution des prises de sébaste (en tonnes) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10'. 73

Figure 5.1. Tolérance à la température des larves de *S. fasciatus* sur une période de 96 heures. Les larves nouveau-nées ont été soumises à des épreuves de tolérance avant et après un jeûne de quatre jours. 82

Figure 6.1. Index de réflexion moyen (dB) et longueur moyenne (cm) des sébastes mesurés in situ à l'aide de techniques à faisceau divisé (cercles fermés) et à double faisceau (cercles pointillés). Chaque point correspond à une expérience au cours de laquelle $N_v < 0,04$. Les croix représentent les valeurs moyennes pour les poissons mis en cage individuellement. Ces valeurs ont été mesurées au moyen d'un échosondeur à faisceau divisé. 86

Figure 6.2. Index de réflexion moyen (dB), limité par l'écart type, d'un sébaste immobilisé, le dos pointant vers la surface, à une même profondeur

pendant 12 heures. L'obscurité était totale environ entre 22 h et 5 h 30.....87

Figure 6.3. Corrélation entre la densité (poissons/m^2) estimée à l'aide des données acoustiques obtenues lors de la première et de la deuxième passes de jour et de nuit au-dessus de plusieurs transects. Le jour, le coefficient de variation (CV) entre les deux passes était de 0,57 avec une pente de 0,76 (d d l = 1 pour 46 points; F = 63,18, P < 0,001). La nuit, le CV était de 0,85 avec une pente de 0,92 (d d l = 1 pour 41 points; F = 233,48, P < 0,001). Les ordonnées à l'origine n'étaient pas significativement différentes de zéro dans les deux cas. 88

Figure 7.1. Séries chronologiques des 10^e, 25^e, 50^e, 75^e et 90^e percentiles de la profondeur (haut), de la température (milieu) et de la salinité (bas) dans l'unité 2 (strates 440 et 455 à 457).....91

Figure 7.2. Séries chronologiques des 10^e, 25^e, 50^e, 75^e et 90^e percentiles de la profondeur (haut), de la température (milieu) et de la salinité (bas) dans l'unité 3 (strates 456 et 458 à 495).....92

Figure 7.3. Degrés-jours annuels de l'exposition des sébastes dans les unités 1 à 3 selon une climatologie complète de l'hydrographie.....93

Figure 7.4. Sensibilité des degrés-jours annuels de l'exposition des sébastes dans l'unité 1 pour deux climatologies de la température : années 1970 et 1980 vs années 1990.....93

Figure 9.1. Fréquences de longueur du sébaste observées au cours du relevé d'été effectué par le MPO dans 4RST. Le pic prononcé en 1990 et 1991 représente la classe d'âge 1988.....104

Figure 10.1. Superficie couverte par les relevés de recherche effectués à la fin d'avril 1997 (Teleost, A), en août 1996 (Needler, B), en janvier 1997 (Templeman, C) et en novembre 1998 (Richmond Odyssey, D) dans le golfe du Saint-Laurent et le détroit de Cabot.....118

Figure 10.2. Relation entre la fécondité et la longueur à la fourche chez chaque espèce de sébaste capturée dans la sous-division 3Pn et la division 4R de l'OPANO en mai 1997. Les espèces ont été identifiées d'après le génotype au locus de la MDH.....119

Figure 10.3. Relation entre la fécondité et la longueur à la fourche chez *S. fasciatus* (MDH*A2A2) capturé dans l'estuaire du Saint-Laurent (division 4T de l'OPANO) en mai 1997, 1998 et 1999. 120

Figure 10.4. Stade de maturité (St-Pierre et de Lafontaine, 1985) des reproducteurs femelles capturés dans la partie nord du golfe du Saint-Laurent (3Pn4R) en avril 1997. La proportion de femelles de chaque espèce selon le stade de maturité est indiquée en pourcentage. 121

Figure 10.5. Stade de maturité (St-Pierre et de Lafontaine, 1985) des reproducteurs femelles de *S. fasciatus* capturés dans l'estuaire du Saint-Laurent (4T) en mai et au début de juin en 1997, 1998 et 1999. La proportion de femelles aux différents stades de maturité est indiquée en pourcentage. 122

Figure 10.6. Nombre de femelles matures de *S. mentella* et d'hétérozygotes (MDH) ayant (+) ou non (O) des spermatozoïdes dans leurs ovaires. La taille du symbole est proportionnelle à la taille des échantillons. 123

Figure 10.7. Proportion (%) des différentes proies dans les estomacs de A) *S. mentella* et de B) *S. fasciatus*. 124

Figure 10.8. Proportion (%) d'estomacs de *S. fasciatus* (n = 36) et de *S. mentella* (n = 20) de 147 à 299 mm contenant des proies. U : restes de crustacés non identifiés, C : copépodes, A : amphipodes, M : mysidacés, E : euphausiacés, S : crevettes. 125

Figure 11.1. Modifications des quantités absolues de lipides (●), de triacylglycérols (TAG; ■) et de phospholipides (PL; ▲) au cours du développement des larves de sébastes avant leur expulsion. Les données constituent des moyennes (± 1 ET) de 1 à 5 échantillons de 10 œufs ou larves regroupés. 131

RÉSUMÉ

Gascon, D. (ed.). 2003. Programme de recherche multidisciplinaire sur le sébaste (1995-1998) : Rapport final. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2462: xiv + 152 p.

Ce rapport présente sous forme de longs résumés les principaux résultats du Programme de recherche multidisciplinaire sur le sébaste (1995-1999). Le Programme visait à examiner les aspects de la biologie et de la pêche du sébaste afin de mieux comprendre ces espèces et, ainsi, de garantir la viabilité économique à long terme et le développement durable de la pêche. Il était divisé en quatre composantes principales : 1) identification à l'espèce et structure des stocks; 2) meilleures méthodes d'évaluation et de gestion des stocks; 3) répartition du sébaste par rapport aux conditions environnementales; et 4) études sur le recrutement. Ces objectifs ont été établis à la suite d'une vaste consultation auprès de l'industrie de la pêche au sébaste, et les résultats ont été présentés à cette dernière lors d'un atelier en novembre 1999.

ABSTRACT

Gascon, D. (ed.). 2003. Programme de recherche multidisciplinaire sur le sébaste (1995-1998) : Rapport final. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2462: xiv + 152 p.

This report provides under the form of extended abstracts the main results of the Redfish Multidisciplinary Research Program (1995-1999) which sought to examine aspects of the biology and fisheries of redfish to develop a better understanding of these species in order to insure long term economic viability and sustainability of the fishery. The program was divided into four main components: 1) Species identification and stock structure; 2) Improved stock assessment and management approaches; 3) Distribution in relation to environmental conditions; and 4) Recruitment studies. These objectives were established in a broad consultation with the redfish fishing industry and the results presented to them at a final workshop held in November 1999.

I. SURVOL DU PROGRAMME ET INTRODUCTION

1. Introduction

1.1 Contexte

Le sébaste, également connu sous le nom de poisson rouge et de perche de mer, appartient à un groupe de poissons commercialement exploité sur les côtes de l'Atlantique et du Pacifique. Il fréquente les eaux froides (3-8 °C) des talus des bancs de pêche et des goulets profonds des deux côtés de l'Atlantique, à des profondeurs comprises entre 100 et 700 m. Dans l'Atlantique Ouest, son aire de répartition s'étend de l'île de Baffin, au nord, jusqu'au large du New Jersey, au sud.

Trois espèces de sébaste sont présentes dans l'Atlantique Nord-Ouest, soit *Sebastes mentella* Travin, 1951, *Sebastes fasciatus* Storer, 1854 et *Sebastes marinus* (Linnaeus, 1758) [également connu sous le nom de *Sebastes norvegicus* (Ascanius, 1772) – voir Robbins *et al.* (1991) pour un résumé de la question], mais cette dernière est relativement peu commune, sauf sur le Bonnet Flamand. Ces trois espèces se ressemblent tellement qu'il est presque impossible de les distinguer l'une de l'autre par un seul examen superficiel. Comme elles peuvent être toutes présentes dans les prises, elles sont gérées comme un ensemble. Il existe toutefois un gradient géographique dans la répartition de *S. mentella* et de *S. fasciatus*, *S. mentella* étant la seule espèce retrouvée dans les eaux du Grand Nord (détroit de Davis) et *S. fasciatus*, la seule présente dans les eaux du sud (golfe du Maine). Les deux espèces sont retrouvées dans les eaux intermédiaires, *S. mentella* fréquentant généralement des eaux plus profondes que *S. fasciatus*, sauf dans le golfe du Saint-Laurent, où *S. mentella* prédomine.

L'appauvrissement de nombreux stocks de poissons de fond à la fin des années 1980 a donné lieu à un intérêt renouvelé pour la pêche du sébaste. Il en a été particulièrement le cas dans le golfe du Saint-Laurent (unité 1), dans les eaux du sud de Terre-Neuve (unité 2) et dans la région de le plateau Scotian (unité 3), quoique l'intérêt manifesté dans d'autres régions ait aussi grimpé, par exemple dans la division 3O de l'OPANO, où le sébaste a toujours été plus petit (voir Figure 1.1). Toutefois, les signes de déclin rapide observés chez certains stocks des zones de pêche traditionnelles ont conduit à des restrictions rigoureuses de la pêche. En décembre 1994, le ministre des Pêches et des Océans a annoncé la fermeture de la pêche au sébaste dans l'unité 1 à cause de la très faible abondance du stock et de l'absence d'un recrutement important depuis le début des années 1980. Il est encore interdit d'y pêcher. Le quota pour l'unité 2 a graduellement été réduit, pour passer de 25 000 à seulement 8 000 t, en raison de la moins grande abondance. Les effectifs du stock de la sous-zone 2 et de la division 3K étant faibles, la pêche commerciale y est interdite.

Il existe en ce moment neuf zones de gestion du sébaste dans l'Atlantique Nord-Ouest : sud du Groenland (division 1F), plateau du Labrador (sous-zone 2 + division 3K), Bonnet Flamand (division 3M), Grands Bancs (divisions 3LN), partie sud des Grands Bancs (division 3O), golfe du Saint-Laurent (unité 1 - divisions 4RST et sous-divisions 3Pn4Vn [janvier à mai]), chenal Laurentien (unité 2 – sous-divisions 3Ps4Vs4W$_{fgi}$ et sous-divisions 3Pn4Vn [juin à décembre]), plateau Scotian (unité 3 - divisions 4W$_{degkl}$X) et golfe du Maine (sous-zone 5) – (Figure 1.1). À part le Bonnet Flamand et le golfe du Maine, les pêcheurs canadiens ont pêché le sébaste dans ces diverses zones de gestion à divers degrés depuis la fin des années 1940, les pêcheries les plus communément ciblées étant la sous-zone 2 + division 3K, ainsi que les unités 1, 2 et 3.

Le sébaste se distingue par sa croissance très lente et sa longévité, certains spécimens étudiés ayant jusqu'à 80 ans. À un âge donné, *S. fasciatus* est plus petit que *S. mentella*, alors que la croissance est généralement plus rapide dans les eaux méridionales que dans les eaux septentrionales. En outre, les femelles grossissent plus vite que les mâles. Il faut en moyenne de 8 à 10 ans avant que le sébaste n'atteigne une taille commerciale (25 cm ou 10 po).

Le sébaste est lécithotrophe (c'est-à-dire que les larves se nourrissent exclusivement du vitellus de l'œuf) et vivipare; la fécondation est interne. L'accouplement a lieu en automne, et les femelles portent les larves jusqu'au printemps suivant, les libérant dans le milieu du mois d'avril au mois de juillet. Dans toutes les eaux étudiées, *S. mentella* libère ses larves un mois plus tôt que *S. fasciatus*. Le succès du recrutement chez le sébaste est extrêmement variable, d'importantes classes d'âge ayant été observées à des intervalles allant de cinq à plus de 12 ans.

Bien que la biologie du sébaste soit très différente de celle d'autres espèces d'importance commerciale, les stratégies utilisées pour l'évaluer et le gérer sont les mêmes que pour ces dernières. À cause de cette différence et à la lumière des nouveaux problèmes qui affligent les pêches du sébaste, un atelier de travail industrie-MPO a eu lieu les 1er et 2 juin 1995 pour discuter des principaux problèmes de gestion des stocks de sébaste de l'Atlantique Nord-Ouest. Il visait en outre à dégager les importants aspects scientifiques liés à la gestion de cette ressource. En conséquence, le Programme de recherche multidisciplinaire sur le sébaste a vu le jour; son objectif consistait à examiner les aspects de la biologie et des pêches du sébaste de sorte à mieux connaître ces espèces et ainsi, assurer la durabilité et la viabilité économique à long terme de la pêche. En regard des caractéristiques uniques du sébaste, les participants à l'atelier ont établi les quatre grandes questions suivantes comme des priorités de recherche :

1. Mesures de conservation : Celles-ci incluent la conservation des juvéniles, l'examen des stratégies de gestion et la cogestion.
2. Meilleurs indicateurs de l'état des stocks : Une série de recommandations ont été formulées pour améliorer les outils utilisés en ce moment pour estimer l'état des ressources en sébaste, comme les relevés acoustiques, les relevés par pêches

indicatrices et sentinelles, la couverture des relevés actuels, le suivi des perfectionnements technologiques de la pêche et des travaux en vue d'améliorer les méthodes d'évaluation du sébaste.

3. Répartition et identification des stocks : Les questions portaient en particulier sur l'identification des espèces, les migrations et les déplacements du sébaste, la définition et les limites des stocks et l'incidence des conditions océanographiques sur la répartition et la migration.

4. Recrutement : La question générale des divers facteurs ayant une incidence sur le succès du recrutement chez le sébaste (rôle de la condition du poisson, de la survie des larves et des juvéniles, etc.) a aussi été soulevée, particulièrement à la lumière de la disparition de la classe d'âge 1988 de l'unité 1 (les âges 1 et 2 de la classe d'âge 1988 étaient très abondants dans les prises de relevé de recherche, mais ont disparu par la suite, ainsi que dans les prises de la pêche, pour des raisons encore inconnues).

Les enjeux désignés par les intervenants étaient généraux et faisaient pour ainsi dire le tour de la question, mais le programme, planifié lors d'une série de discussions et d'ateliers tenus en 1995, traite de sujets importants parmi les priorités établies à l'atelier conjoint industrie-MPO. Le programme a été divisé en quatre composantes, correspondant généralement aux quatre grands dossiers dégagés lors de l'atelier, chacune comportant une série de projets. La description du programme, tel que conçu à l'origine, et une série de longs résumés des résultats des divers projets sont présentés. Certains projets ont été soit modifiés, regroupés ou abandonnés en cours de route à la suite de nouvelles découvertes. Les liens entre le programme initial et le projet final sont établis dans la description ci-dessous.

1.2 Identification à l'espèce et structure des stocks

Une bonne gestion des espèces pêchées repose sur une vision claire de la structure de leurs populations. Dans le cas du sébaste, la situation se complique parce que les stocks se composent en réalité de plusieurs espèces. Il est donc essentiel de savoir distinguer les espèces les unes des autres et de connaître leur répartition pour être en mesure de les gérer et de bien comprendre leur biologie. Les trois espèces dont la présence est actuellement reconnue dans l'Atlantique Nord-Ouest (*S. mentella*, *S. fasciatus* et *S. marinus*) peuvent être identifiées à l'aide de plusieurs techniques. Le nombre de rayons mous de la nageoire anale (RMNA), le point de passage entre les côtes de la musculature externe de la vessie natatoire (EGM) et la composition allélique au locus de la malate déshydrogénase (MDH) servent présentement à distinguer les espèces les unes des autres. Ces méthodes donnent de bons résultats à divers degrés (Payne et Ni, 1982; McGlade *et al.*, 1983; Rubec *et al.*, 1991; Sévigny et de Lafontaine, 1992), mais comme elles exigent souvent beaucoup de temps, elles ne sont pas régulièrement utilisées lors des relevés en mer. Par conséquent, les trois espèces de sébaste sont exploitées et gérées comme une seule.

En outre, les limites appropriées, s'il en existe, ente les « stocks » spécifiques ou génériques de sébaste demeurent encore très incertaines. La définition et les limites des stocks de sébaste dans les régions où il est fortement exploité, soit sur la côte sud de Terre-Neuve, dans le golfe du Saint-Laurent et sur le plateau Scotian, suscitent un regain d'intérêt. Les premières définitions des stocks reposaient sur des variables bathymétriques et des différences entre les populations. Nous savons maintenant que nombre des goulets « profonds » ne constituent pas des obstacles pour le sébaste et que de nombreuses différences dans les éléments du cycle vital, comme la croissance, l'âge et la taille à la maturité, sont de fait des caractéristiques spécifiques. Au début des années 1990, des chercheurs (Atkinson et Power, 1991; D'Amours, 1994; Anon., 1995) ont tenté de délimiter les stocks en examinant la distribution des prises commerciales et des prises de relevé, mais ils n'ont trouvé aucune preuve directe qui pourrait aider à établir la structure appropriée des stocks de sébaste dans l'Atlantique Nord-Ouest.

Ce volet du programme consistait, en premier lieu, à identifier avec précision les espèces présentes dans les eaux de l'est du Canada, à établir des cartes de leur répartition et à trouver des outils permettant de les identifier correctement en mer. Il visait en deuxième lieu à élucider la question de la structure des stocks dans l'Atlantique Nord-Ouest en vue de leur identification. Au départ, le programme prévoyait quatre projets interdépendants (piste génétique, morphologie des otolithes, utilisation des parasites comme marqueurs biologiques et étiquetage du sébaste), mais il s'est vite concentré sur les aspects génétiques, avec des travaux limités sur les parasites. Les résultats sont décrits au chapitre 2 : Identification à l'espèce et structure des stocks, à la page 13.

1.3 Meilleures méthodes d'évaluation et de gestion des stocks

On doit examiner scientifiquement l'amélioration des méthodes d'évaluation et de gestion des stocks de sébaste. Pour ce faire, il est nécessaire de normaliser la collecte des données, la conception des relevés et les méthodes d'évaluation afin d'être en mesure de s'attaquer aux problèmes à la vaste échelle géographique des populations de sébaste. En premier lieu, la collecte systématique, normalisée et interrégionale des renseignements s'impose pour parvenir à délimiter l'aire de répartition géographique des espèces de sébaste de l'Atlantique Nord-Ouest et à définir, d'après les eaux fréquentées, les principaux paramètres biologiques de chacune d'elles. En deuxième lieu, il faut normaliser les bases de données interrégionales. Des données déjà disponibles peuvent permettre d'élucider les questions de la séparation des stocks et des migrations saisonnières, mais elles doivent être converties en forme analysable et étudiées avant d'investir de larges sommes dans la collecte de nouvelles données du même genre. En troisième lieu, les importantes interactions qui existent entre le sébaste et d'autres espèces pêchées, en particulier dans l'unité 3, où la pêche du sébaste a lieu en eaux moins profondes, dans l'ensemble, que dans les eaux au nord-est, doivent être quantifiées. Trois projets avaient été planifiés pour ce volet du programme, mais seuls deux ont été exécutés. Les résultats

sont décrits au chapitre 3 : Protocoles normalisés d'échantillonnage et d'analyse des données sur le sébaste des unités de gestion 1, 2 et 3 et de la division 3O de l'OPANO, à la page 51, et au chapitre 4 : Analyse rétrospective de la distribution des prises de sébaste : déductions sur les migrations du sébaste par analyse des renseignements des journaux de pêche commerciale dans les unités de gestion 1 à 3 de 1988 à 1992, à la page 59. Le troisième projet, qui portait sur les interactions entre les pêches dans l'unité 3, n'a jamais été pleinement mis en œuvre, mais des résultats ont été présentés dans les évaluations régulières du stock de l'unité 3.

1.4 Répartition du sébaste en relation avec les conditions environnementales

La répartition du sébaste à la limite des unités 1 et 2 semble avoir changé dans les dernières années, bien qu'il ne soit pas clair si cela résulte du rétrécissement de l'aire de répartition en réponse à la réduction de l'abondance ou d'un changement réel dans la répartition. Par exemple, Morin et Bernier (1994) ont posé l'hypothèse que, d'après la distribution des prises, le sébaste de l'unité 1 migrerait plus loin en hiver dans le chenal Laurentien depuis les années 1990. La variabilité de la répartition et des migrations du sébaste préoccupe grandement l'industrie de la pêche, qui doit composer avec des limites fixes des pêcheries et ne peut pas poursuivre le poisson qui migre d'une unité de gestion à une autre. Les conditions environnementales dans la région ayant varié, parfois assez fortement, il serait possible que la répartition du sébaste change en réponse à un milieu en évolution.

La détermination des associations entre le sébaste et les conditions environnementales dans son milieu de vie, en particulier les associations spécifiques, aidera à révéler le rôle des conditions océanographiques dans la répartition et les déplacements du sébaste et ainsi à interpréter les indices d'abondance, la structure des stocks et la variabilité du recrutement. Par exemple, les questions au sujet de la contribution des conditions océanographiques au déclin de la classe d'âge 1988 dans le Golfe, et plus généralement de l'incidence des changements dans les conditions océanographiques sur la représentativité des indices d'abondance, le chevauchement ou le mélange des populations et le patron de pêche commerciale peuvent être abordées en regard des associations entre le sébaste et son environnement.

Il existe plusieurs méthodes utiles pour estimer les effets de l'environnement sur la répartition du sébaste. Par exemple, des études de laboratoire comprenant la surveillance de la réaction comportementale de sébastes en captivité à des modifications de l'environnement permettent de déterminer avec précision leurs préférences dans des conditions contrôlées. Nous présentons les résultats de ces études au chapitre 5 :Préférences de température et tolérance à la température chez les larves et les adultes de *S. fasciatus* et de *S. mentella*, à la page 75. Nous fournissons également quelques résultats préliminaires sur les habitudes alimentaires du sébaste, qui seront incorporés à un

modèle de l'écosystème du golfe du Saint-Laurent (section 10.3, Régime alimentaire de *S. fasciatus* et de *S. mentella* à la page 110). Au chapitre 6 : Stéphane Gauthier et Georges A. Rose, à la page 82, nous évaluons les propriétés hydroacoustiques du sébaste et comment nous pouvons nous servir de l'hydroacoustique pour mesurer sa répartition à petite échelle par rapport aux facteurs environnementaux.

En dernier lieu, en vue de pouvoir expliquer les changements dans la répartition du sébaste au cours des années 1990, nous avons tenté de faire des analyses à grande échelle de la répartition du sébaste. Au chapitre 7 : Liens environnementaux et historiques d'exposition des sébastes, à la page 88, nous avons utilisé des analyses statistiques de données sur les prises et l'environnement pour évaluer les conditions environnementales que recherche le sébaste (ou l'association non aléatoire). Leurs résultats ont ensuite servi à des analyses rétrospectives de l'incidence du changement climatique sur la répartition et les migrations du sébaste dans les eaux du Canada atlantique. Au chapitre 8 : Changements dans la répartition du sébaste dans le golfe du Saint-Laurent d'après des données de relevé de recherche, à la page 95, nous examinons en détail la répartition du sébaste à la limite des unités 1 et 2, où les plus grands changements ont été observés par l'industrie.

1.5 Études sur le recrutement

Le succès du recrutement chez le sébaste est extrêmement variable, d'importantes classes d'âge n'étant produites qu'à des intervalles de cinq à 12 ans (par exemple, 1946, 1956-1958, 1970 et 1980 dans l'unité 1, Morin et Bernier, 1994). Si nous supposons que les quantités de larves libérées sont semblables d'une année à l'autre, la mortalité doit donc se produire à un moment donné entre leur expulsion et le moment où elles ont un an. *S. mentella* libère ses larves de trois à quatre semaines plus tôt que *S. fasciatus* dans le Golfe (Gagné, 1995; Sévigny *et al.*, 2000) et sur le Bonnet Flamand (Templeman, 1980). Sur la côte sud de Terre-Neuve, *S. marinus* fraye plus tôt que l'autre espèce, que nous croyons être principalement *S. fasciatus* (Ni et Templeman, 1985).

Sur le Bonnet Flamand, les larves se nourrissent surtout des stades immatures du copépode *Calanus finmarchicus*. Leur croissance a été plus rapide et leur métamorphose plus hâtive en 1980, lorsque l'expulsion des larves de sébaste et la ponte de *Calanus finmarchicus* ont presque coïncidé, qu'en 1981, alors que les œufs de *Calanus* ont éclos sept semaines plus tôt (Anderson, 1994). Selon l'hypothèse émise par ce chercheur, la production d'une classe d'âge abondante dépenserait d'une correspondance étroite entre le prédateur et sa proie. Dans le golfe du Saint-Laurent, les larves de sébaste se nourrissent aussi en majorité des stades immatures de *Calanus finmarchicus* (Runge et de Lafontaine, 1996). Les autres facteurs qui peuvent avoir une incidence sur la survie des larves pélagiques sont inconnus.

Il arrive à l'occasion dans le golfe du Saint-Laurent que des classes d'âge soient très abondantes à l'âge 1 (ou 2), d'après des données de relevé de recherche, mais elles ne

restent pas. Les facteurs à l'origine de la disparition de ces petits sébastes immatures sont inconnus. La migration est un facteur possible, bien qu'il n'existe aucune donnée suggérant que la classe d'âge 1988 ait quitté le Golfe (Anon., 1995). *S. fasciatus* était l'espèce dominante dans cette classe d'âge, tandis que *S. mentella* dominait dans la classe d'âge 1980, qui a persisté dans le Golfe. On ne sait rien de la composition taxonomique des classes d'âge précédentes. Quelques hypothèses au sujet de la disparition de la classe d'âge 1988 sont examinées au chapitre 9 : Prises accessoires de sébaste dans la pêche à la crevette et examen des causes possibles de la disparition de la classe d'âge 1988, à la page 101.

Malgré d'importants progrès, les études sur le recrutement chez les poissons de mer ne nous ont pas fourni de prévisions vraiment utiles aux fins de la gestion des pêches (Wooster et Bailey, 1989). Par contre, la plupart d'entre elles portent sur des espèces dont le recrutement varie nettement moins que chez le sébaste. L'imprévisibilité du recrutement pose une grande difficulté pour la gestion des stocks de sébaste et a de fortes incidences sur l'industrie de la pêche (par exemple, en l'absence de recrutement fructueux depuis le début des années 1980, la pêche dans le golfe du Saint-Laurent est interdite). La survie des larves semble dépendre de la présence des premiers stades de vie de *Calanus finmarchicus* (Anderson, 1994; Runge et de Lafontaine, 1996). Tandis que l'époque de la ponte du sébaste varie peu d'une année à l'autre, l'époque et l'ampleur de la production de *Calanus* peuvent fortement varier. Des analyses préliminaires des données disponibles sur le golfe du Saint-Laurent suggèrent que la présence d'abondantes classes d'âge de sébaste coïncide avec des conditions climatiques particulières, qui peuvent agir non seulement sur les conditions physiques du milieu où les larves sont libérées, mais aussi sur la quantité et la qualité de leurs proies préférées. Dans le cadre du volet recrutement du programme, nous avons examiné les aspects de la relation entre les variations des facteurs environnementaux et la survie du sébaste qui, selon notre hypothèse, pouvaient avoir une incidence sur la viabilité des larves. Les résultats sont présentés au chapitre 10 : Variabilité des caractéristiques de la reproduction du sébaste acadien (*Sebastes fasciatus*) et de la production de larves dans le golfe du Saint-Laurent, à la page 105, et au chapitre 11: Utilisation des ressources endogènes et exogènes au cours des premiers stades de développement du sébaste (*Sebastes* spp.), à la page 125.

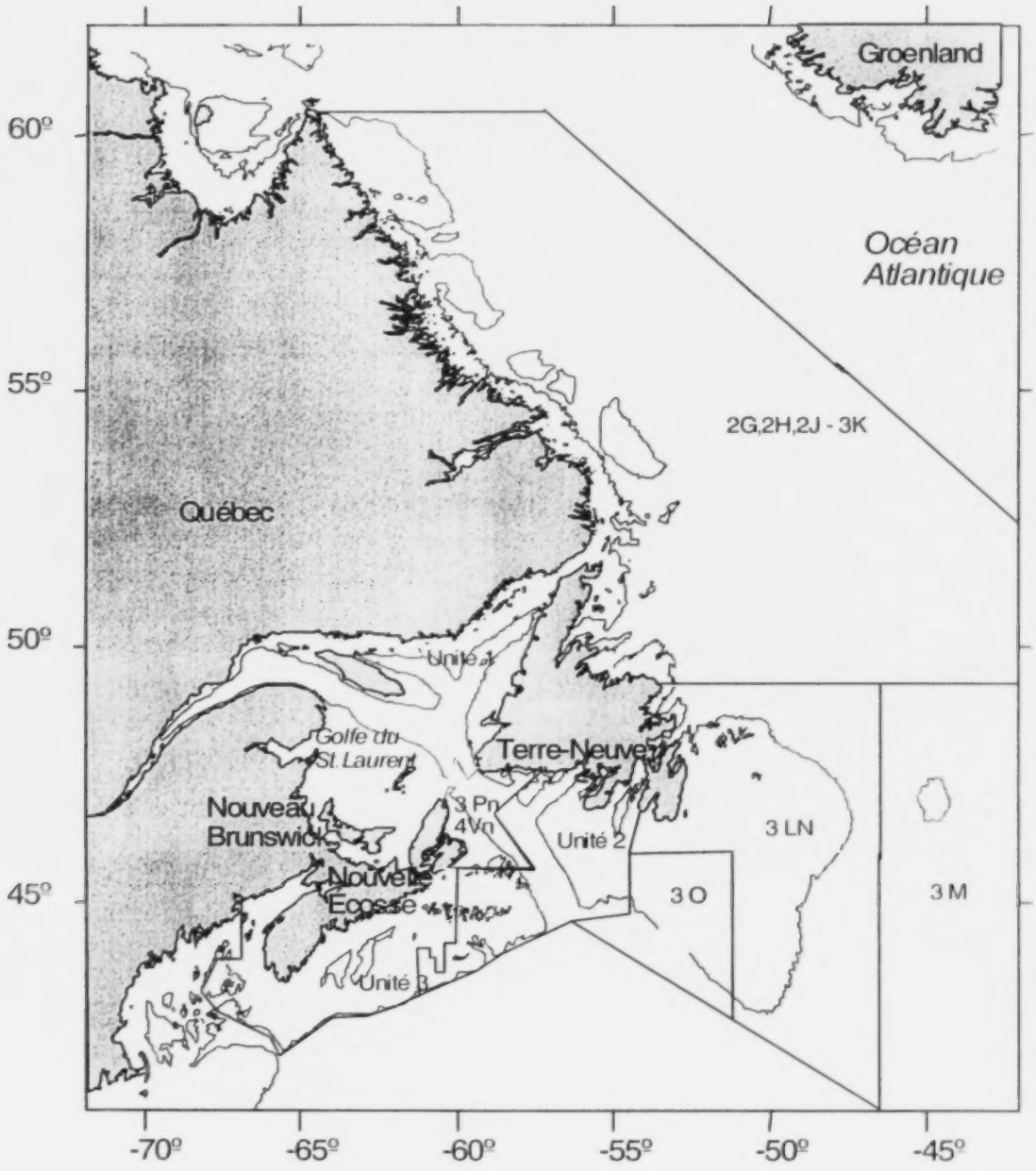

Figure 1.1. Carte de l'Atlantique Nord-Ouest indiquant les limites des divisions de l'OPANO et des unités de gestion du sébaste. La région indiquée en bleu (sous-divisions 3Pn et 4Vn de l'OPANO) est l'endroit où la répartition du sébaste des unités 1 et 2 se chevauche certaines saisons.

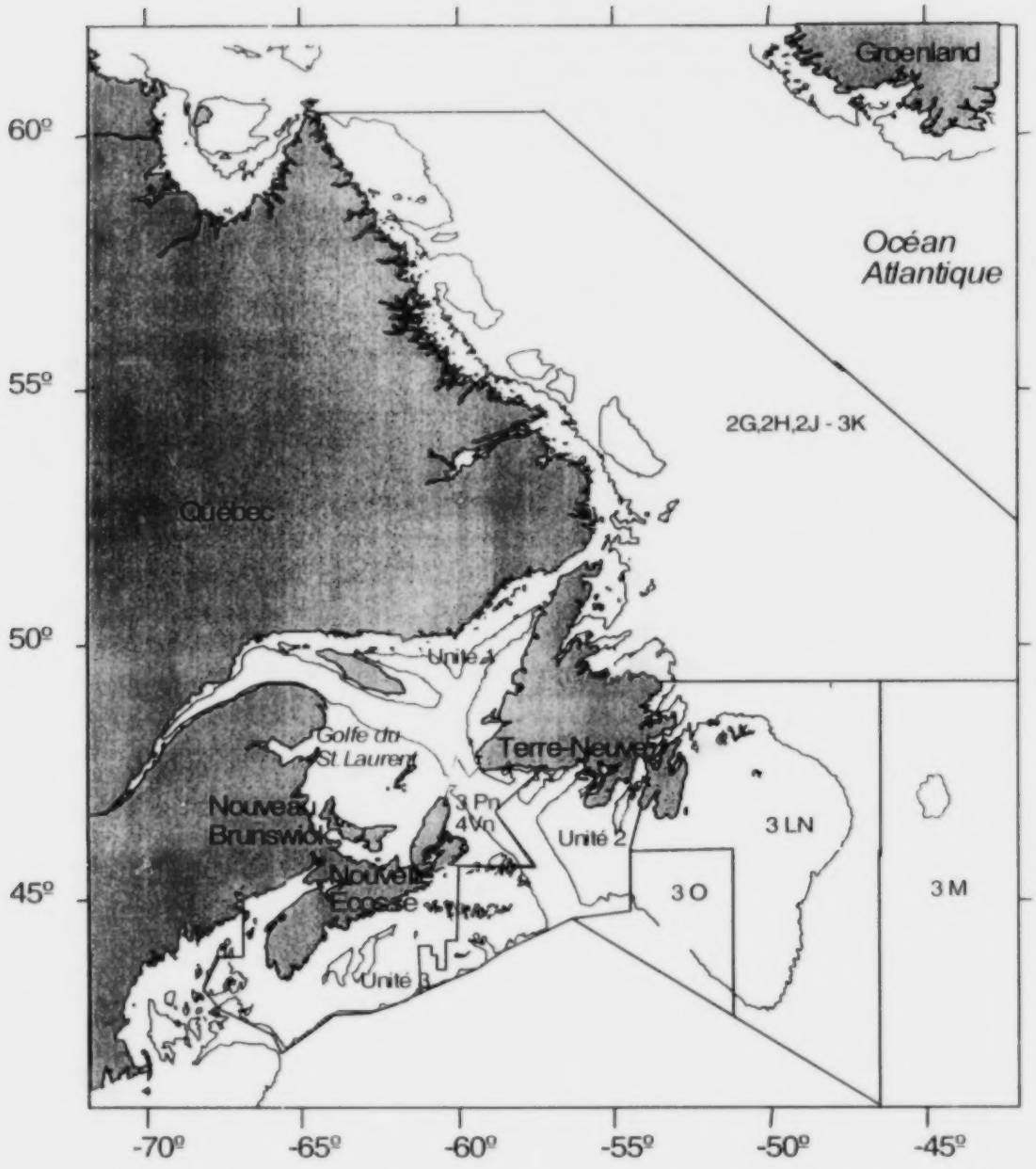

Figure 1.1. Carte de l'Atlantique Nord-Ouest indiquant les limites des divisions de l'OPANO et des unités de gestion du sébaste. La région indiquée en bleu (sous-divisions 3Pn et 4Vn de l'OPANO) est l'endroit où la répartition du sébaste des unités 1 et 2 se chevauche certaines saisons.

II. IDENTIFICATION À L'ESPÈCE ET STRUCTURE DES STOCKS

2. Identification à l'espèce et structure des stocks

Jean-Marie Sévigny[1], Séverine Roques[2], Louis Bernatchez[2], Alexandra Valentin[1,3], Éric Parent[1], Michael Black[1], Jean-Pierre Chanut[3], David Marcogliese[1,4], Richard Arthur[1], Elaine Albert[1], Brigitte Desrosiers[1] et Bruce Atkinson[5]

[1] Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
Mont-Joli (Québec)
Canada G5H 3Z4

[2] Université Laval
Département de biologie
Pavillon Alexandre-Vachon,
Québec (Québec)
Canada G1K 7P4

[3] Université du Québec à Rimouski
Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER)
300, allée des Ursulines, C.P. 3300
Rimouski (Québec)
Canada G5L 3A1

[4] Environnement Canada
Centre Saint-Laurent
105, rue McGill, 7e étage
Montréal (Québec)
Canada H2Y 2E7

[5] Ministère des Pêches et des Océans
Centre des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest,
C.P. 5667, St John's (Terre-Neuve)
Canada A1C 5X1

L'identification des sébastes à l'espèce et la description de la structure des stocks constituaient des éléments centraux du Programme de recherche pluridisciplinaire sur le sébaste de 1995-1998. Le fait que les stocks de sébaste comprennent souvent plus d'une espèce accroît la difficulté de décrire la structure de ces stocks et les limites de leurs aires. En outre, il faut souvent clarifier la limite entre les espèces. Nous distinguons actuellement trois espèces dans l'Atlantique Nord-Ouest, soit *Sebastes mentella* (Travin, 1951), *S. fasciatus* (Storer, 1854) et *S. marinus* (Ascanius, 1772); une quatrième espèce,

S. viviparus, est présente dans l'Atlantique Nord-Est. Durant le Programme, nous avons étudié la variabilité génétique de loci microsatellites et d'ADN mitochondrial chez les quatre espèces afin de mieux comprendre les limites entre les espèces et de mettre au point le meilleur outil possible d'identification à l'espèce. *Sebastes fasciatus* et *S. mentella* sont les deux seules espèces dont nous avons étudié la structure des stocks. Comme *S. marinus* n'a pas été souvent capturé lors du programme d'échantillonnage, nous ne l'avons pas considéré dans nos études d'identification des stocks.

Les objectifs généraux de ce volet du Programme peuvent être résumés comme suit :

1. Identifier correctement les espèces présentes dans l'Atlantique Nord-Ouest et offrir des outils qui assurent leur bonne identification sur le terrain.
2. Tenter de mettre au point des outils qui permettent d'obtenir de l'information directe sur les migrations et les mouvements du sébaste.

Lors du Programme, nous avons systématiquement enregistré le nombre de rayons mous de la nageoire anale (AFC), le point de passage du muscle extrinsèque de la vessie natatoire (EGM) et le génotype au locus *MDH-A** (Figure 2.1). Ces trois caractères servent habituellement à distinguer *S. mentella* de *S. fasciatus* dans l'Atlantique Nord-Ouest, mais ils n'ont pas été comparés de façon approfondie avant le Programme. L'utilisation simultanée des trois critères a donné de l'information précieuse sur la répartition des espèces et leurs interrelations. Ces résultats sont présentés à la section 2.1.

Bien que les critères habituels (MDH, EGM et AFC) peuvent fournir de l'information utile sur l'identification et la répartition des espèces, le critère MDH est le seul applicable à tous les stades du cycle vital (p. ex. Sévigny et de Lafontaine, 1992; Sévigny *et al.*, 2000). De plus, aucun de ces critères ne renseigne sur la structure des stocks, c.-à-d. la structure intraspécifique. Ce volet du Programme consistait donc à mettre au point de nouvelles méthodes et de nouveaux outils permettant de déceler des différences aux niveaux des espèces et des stocks.

Ce volet comprend quatre projets (ou groupes de projets) interdépendants qui abordent l'identification à l'espèce ou la structure des stocks. Présentés aux sections 2.2 à 2.5, ces projets portent sur :

- la variation génétique dans le golfe du Saint-Laurent et l'Atlantique Nord-Ouest;
- l'identification à l'espèce par des analyses morphologiques;
- l'utilisation de parasites comme marqueurs biologiques;
- le marquage expérimental.

2.1 AFC, EGM et MDH, les trois caractères habituellement utilisées pour l'identification à l'espèce

Jusqu'à maintenant, trois caractères sont couramment utilisés pour distinguer *S. mentella* de *S. fasciatus* dans l'Atlantique Nord-Ouest (Figure 2.1) : (i) le nombre de rayons mous de la nageoire anale (AFC) (≥ 8 chez *S. mentella* et ≤ 7 chez *S. fasciatus*) (Ni, 1982), (ii) le point de passage du muscle extrinsèque de la vessie natatoire (EGM) (entre les côtes 2 et 3 chez *S. mentella*, et entre les côtes 3 et 4 ou suivantes chez *S. fasciatus*) (Ni, 1981), (iii) le génotype au locus de la malate déshydrogénase (*MDH-A**). Le locus *MDH-A** est polymorphe et présente deux allèles codominants, *MDH-A*1* et *MDH-A*2*, qui se combinent pour former trois génotypes possibles. Le génotype *MDH-A*11* caractérise *S. mentella*, tandis que *MDH-A*22* est associé à *S. fasciatus* (Payne et Ni, 1982; McGlade *et al.*, 1983). Le génotype hétérozygote *MDH-A*12* ne peut être assigné sans équivoque à une espèce, et nous supposons qu'il résulte de l'hybridation entre *S. fasciatus* et *S. mentella*.

La valeur des critères AFC, EGM et MDH pour discriminer entre les espèces de sébastes a suscité un peu de controverse, mais ceux-ci ont rarement été comparés ou même utilisés simultanément dans des programmes d'échantillonnage, principalement en raison des différences dans les méthodes utilisées pour l'identification à l'espèce. Ces marqueurs, à l'exception du génotype MDH, ont l'avantage de pouvoir être utilisés à bord de bateaux de recherche et appliqués à de vastes programmes d'échantillonnage, à peu de frais. Bien que beaucoup de temps fut consacré à son exécution, la méthode d'échantillonnage a été normalisée pour le Programme, et les trois critères ont été systématiquement enregistrés pour tous les échantillons prélevés dans les trois Régions atlantiques du MPO qui gèrent le sébaste, soit celles du Québec, des Maritimes et de Terre-Neuve. Cette stratégie d'échantillonnage nous a permis de déterminer la pertinence de ces critères pour l'identification des sébastes à l'espèce dans divers secteurs de leur aire de répartition. Nous avons également évalué la concordance de ces critères et leur fiabilité pour l'identification rapide des sébastes.

Les échantillons recueillis et classés selon les critères habituels ont servi de fondement pour la mise au point de nouveaux outils appliqués à la problématique du sébaste (p. ex. ADN microsatellite et morphométrie géométrique). Comme les études menées dans le cadre des divers volets du Programme ont toutes débuté simultanément à un moment où les nouveaux marqueurs moléculaires pour l'identification à l'espèce n'étaient pas disponibles, un ou tous les critères habituels ont été utilisés dans les études qui nécessitaient l'identification à l'espèce (p. ex. identification des larves de sébaste). Nous présentons ci-dessous l'information sur la répartition des espèces et leurs interactions qui a pu être obtenue grâce à l'utilisation systématique des trois critères.

2.1.1 Identification et répartition des espèces selon les critères habituels

Les trois critères (MDH, EGM et AFC) ont été utilisés simultanément dans les unités 1 et 2 en 1994, une année avant le début du Programme. De 1994 à 1998, 7 635 sébastes ont été échantillonnés dans toutes les divisions de gestion du sébaste de l'OPANO et identifiés au moyen de ces critères. Comprenant différentes classes de taille/d'âge (Tableau 2.2), ces échantillons ont été recueillis dans la majeure partie de l'aire de répartition du sébaste dans l'Atlantique Nord-Ouest, c.-à-d. du golfe du Maine jusqu'à la mer du Labrador et au golfe du Saint-Laurent (Figure 2.2; Tableau.2.1).

L'étude simultanée des répartitions géographiques des caractères MDH, EGM et AFC permet de dresser un portrait général (Figure 2.3, Figure 2.4 et Figure 2.5). Les trois critères indiquent que les aires de répartition des deux plus importantes espèces de sébastes dans l'Atlantique Nord-Ouest diffèrent considérablement. La répartition de la variabilité du locus *MDH-A** illustre bien cette différence : elle montre que *S. fasciatus* est presque la seule espèce de sébaste présente dans la partie sud de l'aire de répartition du sébaste, soit dans le golfe du Maine et dans l'unité 3 (plateau Scotian). Dans ces deux unités de gestion, la fréquence de l'allèle *MDH-A*2* caractéristique de *S. fasciatus* était respectivement de 1 et de 0,97 (Tableau 2.2), et seulement 18 poissons sur 712 présentaient le génotype de *S. mentella*. Dans la partie nord de l'aire de répartition du sébaste dans l'Atlantique Nord-Ouest (sous-zone 2 et division 3K), la plupart des poissons présentaient le génotype de *S. mentella*, mais nous avons aussi observé une petite proportion de *S. fasciatus* (Figure 2.3; Tableau 2.2). Les fréquences des différents génotypes au locus *MDH-A** indiquent que les deux espèces sont bien représentées dans les divisions 3M, 3N, 3LN et 3O de l'OPANO, ainsi que dans les unités 1 et 2 (Tableau 2.3).

Les variations de la répartition des deux espèces dans les divisions de l'OPANO forment un gradient nord-sud de la fréquence des allèles du locus *MDH-A**. En effet, l'allèle *MDH-A*1* caractéristique de *S. mentella* est le plus fréquent dans la partie nord de l'aire de répartition du sébaste, tandis que la fréquence de l'allèle *MDH-A*2* caractéristique de *S. fasciatus* est très élevée dans la partie sud. Il n'est pas surprenant que la présence des deux espèces de sébastes dans la plupart des divisions de l'OPANO donne lieu à d'importants écarts par rapport aux fréquences attendues selon l'équilibre de Hardy-Weinberg, écarts qui sont tous associés à des déficits d'hétérozygotes (Tableau 2.3). On s'attend à un tel résultat lorsque au moins deux groupes échantillonnés, en l'occurrence *S. fasciatus* et *S. mentella*, ne se croisent pas librement.

La répartition des espèces de sébastes déduites à partir des données sur la variabilité du locus MDH s'applique généralement aux deux autres critères, soit EGM et AFC (Figure 2.4 et Figure 2.5). En effet, les caractères EGM et AFC propres à *S. fasciatus* dominent largement dans la partie sud de l'aire de répartition, tandis que les caractères propres à *S. mentella* sont dominants dans la partie nord. Nous pouvons conclure que la répartition des deux espèces se caractérise par deux zones d'allopatrie, situées dans le nord

(*S. mentella*) et dans le sud (*S. fasciatus*). Ces zones d'allopatrie sont séparées par une vaste zone de sympatrie où les deux espèces sont présentes (Figure 2.6).

Le niveau de concordance entre les caractères AFC, EGM et MDH varie dans l'Atlantique Nord-Ouest et est élevé dans les zones d'allopatrie. Dans la mer du Labrador, où *S. mentella* a constitué plus de 85 % des spécimens échantillonnés, la concordance globale atteignait 93 %, tandis que, dans l'unité 3 et le golfe du Maine, où *S. fasciatus* est presque la seule espèce présente, la concordance avoisinait 99 % (Figure 2.7). Ainsi, en zone d'allopatrie, les trois critères s'équivalent pour distinguer entre les espèces de sébastes. La situation est différente dans la zone de sympatrie, où le niveau de concordance est généralement plus bas (Figure 2.7). Toutefois, le niveau de concordance n'est pas homogène dans la zone de sympatrie, car il présente un gradient, passant de 85 % dans les divisions 3LNO à 68 % dans l'unité 2 et à 56 % dans l'unité 1, qui comprend le fjord du Saguenay (Figure 2.7). Globalement, le faible niveau de concordance entre les trois critères dans les unités 1 et 2 fait ressortir les limites de l'utilisation d'un seul critère d'identification à l'espèce dans ces unités ainsi que le besoin d'adopter une démarche multivariée. En outre, la faible concordance observée dans ces deux unités de gestion constitue la cause la plus probable de la confusion qui a entouré l'utilisation de critères de classification des sébastes au fil des années.

Dans ce contexte, la répartition des génotypes au locus *MDH-A** et des caractères EGM nous permet de faire une observation intéressante. En effet, des types intermédiaires existent pour ces deux critères : les poissons hétérozygotes de génotype *MDH-A*12* et les poissons dont la musculature extrinsèque de la vessie natatoire est bifurquée et passe à la fois entre les côtes 2 et 3 et entre les côtes 3 et 4. Les individus qui affichent ces caractères intermédiaires sont désignés « incertains » et sont présents dans les unités 1 et 2 (Figure 2.3 et Figure 2.4) et, dans une moindre mesure, dans les divisions 3LN, 3O et 3M de l'OPANO. Ils n'ont pas été observés dans le golfe du Maine ni dans l'unité 3, et leur fréquence était très basse dans les divisions 2+3K de l'OPANO. Il faut toutefois mentionner que la taille de l'échantillon était petite dans 3K et 3M. La concentration d'individus qui présentent des caractères intermédiaires dans les unités 1 et 2 porte à considérer ces unités comme une subdivision de la zone de sympatrie. Les unités 1 et 2 correspondent à la zone d'hybridation introgressive, processus qui donne sans doute lieu aux particularités des critères habituels observées dans ces deux unités (voir sections 2.1.2 et 2.2).

2.1.2 Indications d'hybridation introgressive fondées sur les critères habituels

Selon certains auteurs, l'hybridation introgressive entre *S. fasciatus* et *S. mentella* serait l'explication la plus plausible de la présence de sébastes qui présentent des caractères intermédiaires ou non concordants, surtout dans le golfe du Saint-Laurent et le chenal Laurentien (Rubec *et al.*, 1991; Desrosiers *et al.*, 1999; Roques *et al.*, 2001; voir la section 2.2.1.3). Nous ignorons le mode de transmission héréditaire du caractère EGM,

mais nous savons que le profil électrophorétique de la MDH se transmet comme un caractère mendélien. Nous pouvons donc supposer que, dans le processus d'hybridation introgressive, *S. fasciatus* et *S. mentella* se croisent pour donner des hybrides fertiles qui se reproduisent avec des membres d'une des espèces parentales. Ce processus a pour effet global d'intégrer des gènes d'une espèce dans le patrimoine génétique de l'autre. Comme nous en discuterons plus loin, ce processus joue un rôle très important dans la structure des populations de sébaste de l'Atlantique Nord-Ouest (Roques *et al.*, 2001; section 2.1.1). Nous ignorons pourquoi ce processus est largement restreint aux unités 1 et 2. Toutefois, le fait que l'aire de répartition des individus introgressés semble se limiter au golfe du Saint-Laurent et au chenal Laurentien nous porte à croire que ces poissons ont une capacité de dispersion restreinte et qu'il existe une forte interaction entre les deux unités de gestion de l'OPANO. Il faudra réaliser des études approfondies sur l'interaction entre les deux unités pour comprendre la nature de cette interaction, l'importance de la migration et de la dispersion larvaire, ainsi que l'effet sur le recrutement dans les deux unités.

2.2 Variation génétique du sébaste (*Sebastes* sp.) dans le golfe du Saint-Laurent et l'Atlantique Nord-Ouest

2.2.1 Études sur l'identification des sébastes à l'espèce fondées sur le polymorphisme de l'ADN ribosomique, mitochondrial ou microsatellite

Différentes études axées sur diverses méthodes moléculaires ont été réalisées pour évaluer le niveau de différenciation entre les espèces de sébastes reconnues de l'Atlantique Nord. Certaines de ces études n'ont porté que sur les deux espèces les plus importantes (*S. fasciatus* et *S. mentella*), tandis que d'autres ont porté sur les quatre espèces. Les résultats de la plupart de ces études sont publiés; nous résumons ces résultats dans cette section et donnons la référence pour ces publications.

2.2.1.1 Polymorphisme de l'ADN ribosomique de *S. fasciatus* et de *S. mentella* dans le golfe du Saint-Laurent

B. Desrosiers, J.-M. Sévigny et J.-P. Chanut

Cette étude du polymorphisme de restriction (RFLP) d l'ADN ribosomique (ADNr) chez les sébastes *S. fasciatus* et *S. mentella* du golfe du Saint-Laurent (Desrosiers *et al.*, 1999) a été entreprise avant le Programme de recherche pluridisciplinaire sur le sébaste et s'est terminée pendant le Programme. L'étude de la structure et du polymorphisme de la famille de gènes d'ADN ribosomique s'applique bien à la problématique de l'identification des sébastes à l'espèce. Cette famille de gènes a été largement utilisée pour décrire les relations phylogénétiques entre des espèces étroitement apparentées, comme des salmonidés (p. ex. Phillips *et al.*, 1992), et entre des espèces jumelles et leurs hybrides (p. ex. Ghosh *et al.*, 1991). L'étude visait donc à déterminer si

cette famille de gènes permet de distinguer *S. fasciatus* et *S. mentella* dans le golfe du Saint-Laurent.

Aux fins de l'étude, plus de 100 sébastes ont été capturés dans le golfe du Saint-Laurent, surtout dans le chenal Esquiman. Les auteurs de l'étude ont décrit la position de plusieurs sites de restriction chez les deux espèces (Figure 2.9). La double digestion d'ADNr par les enzymes de restriction *Eco*RI et *Sca*I, suivie d'une hybridation avec une sonde 28S, a permis de mettre en évidence trois profils de fragments (Figure 2.10). Deux groupes de fragments semblaient caractériser chacun *S. mentella* ou *S. fasciatus*, mais les deux groupes étaient présents chez plusieurs spécimens, ce qui porte à croire que ces sébastes étaient d'origine hybride. En outre, la comparaison des variations génétiques du locus *MDH-A** et du nombre de rayons mous de la nageoire anale (AFC) entre les trois groupes d'ADNr semble indiquer qu'il y a eu introgression (c.-à-d. l'intégration de gènes d'une espèce dans le patrimoine génétique d'une autre) entre *S. fasciatus* et *S. mentella* dans le golfe du Saint-Laurent.

2.2.1.2 POLYMORPHISME DE L'ADN MITOCHONDRIAL DU SÉBASTE

M. Black et J.-M. Sévigny

Le génome mitochondrial consiste en une petite molécule (ADNmt) dont on se sert couramment pour distinguer des espèces ou des stocks, et ce, pour un grand nombre d'espèces (Avise, 1994). Il s'agit d'un génome hérité de la mère qui évolue très vite. Ainsi, on s'attendait à ce que l'étude de la variabilité de ce marqueur génétique, tout comme celle de la famille de gènes d'ADNr, fournisse des données utiles non seulement pour distinguer entre les espèces ou les stocks de sébaste, mais aussi pour étudier la dynamique de l'hybridation introgressive entre les deux espèces.

La séquence de deux fragments d'ADN mitochondrial a été déterminée. D'une longueur d'environ 1100 paires de bases, le premier fragment code le gène ND4L entier et la première moitié du gène ND4. Le second fragment mesure environ 410 paires de bases et constitue le segment le plus variable de la région de contrôle mitochondriale (ou « D-Loop »). Des données de séquence ont été obtenues à partir de deux ou trois spécimens de chaque espèce ou forme (p. ex. sébaste océanique) pour estimer la divergence intra et interspécifique. Les niveaux de variation intraspécifique ou interspécifique étaient plutôt bas, et on n'a pu détecter de variation qui aurait permis d'utiliser des régions de l'ADNmt comme marqueurs génétiques des espèces. Une étude indépendante de l'ARNr 16S mitochondrial (Sundt et Johansen, 1998) a confirmé la faible variabilité de l'ADN mitochondrial du genre *Sebastes*, ce qui pourrait indiquer une récente divergence évolutive de ces espèces. Ce projet ne s'est pas poursuivi.

2.2.1.3 Mise au point et application de marqueurs de type ADN microsatellite pour l'identification des sébastes à l'espèce

S. Roques, J-M Sévigny et L. Bernatchez

Durant la première année du Programme, huit marqueurs de type ADN microsatellite ont été mis au point pour l'étude du sébaste (Roques *et al.*, 1999a). Ils ont ensuite servi à vérifier l'hypothèse selon laquelle les microsatellites permettent de distinguer entre les espèces de sébastes et de quantifier le niveau de divergence entre les quatre espèces reconnues (*S. fasciatus*, *S. mentella*, *S. marinus* et *S. viviparus*) présentes dans l'Atlantique Nord (Roques *et al.*, 1999b). Pour ce test, deux échantillons de chacune des quatre espèces ont été recueillis dans l'Atlantique Nord, dans le golfe du Maine et sur le plateau Scotian dans le cas de *Sebastes fasciatus* et sur le rebord de le plateau au large de la Nouvelle-Écosse et dans le chenal Laurentien dans le cas de *S. mentella*. Tous les échantillons de *S. marinus* et de *S. viviparus* ont été obtenus dans les eaux norvégiennes. Les poissons échantillonnés ont d'abord été classés selon les caractères méristique (AFC), morphologique (EGM) et génétique (MDH) habituellement utilisés pour identifier les sébastes à l'espèce.

Les résultats de cette étude montrent qu'à tous les loci étudiés, les fréquences alléliques diffèrent significativement ($P \leq 0{,}001$) entre les quatre espèces de sébastes. En fait, seulement 20 % des allèles détectés étaient communs aux quatre espèces. L'utilisation de génotypes microsatellites à plusieurs loci pour décrire la relation entre les sébastes individuels a permis d'illustrer la différenciation génétique entre les espèces. En effet, un dendrogramme de similarité (« neighbour-joining ») (Figure 2.13) tracé à partir de la matrice de distances alléliques partagées présente quatre groupes qui correspondent entièrement aux espèces de sébastes (*S. fasciatus*, *S. mentella*, *S. marinus* et *S. viviparus*). Dans cette étude, seuls six spécimens sur 260 (deux *S. marinus* et quatre *S. mentella*) ont été mal identifiés à l'espèce. Lorsque tous les loci étaient utilisés, les pourcentages d'identification correcte étaient très élevés pour les quatre espèces, allant de 87 à 100 %. Cette étude montre l'utilité des analyses de génotypes microsatellites à plusieurs loci pour distinguer les espèces de sébastes présentes dans l'Atlantique Nord. Elle corrobore l'hypothèse de Barsukov (1972) voulant que *S. fasciatus* et *S. viviparus* soient plus étroitement apparentés l'un à l'autre qu'ils ne le sont aux autres espèces de sébastes et que *S. marinus* occupe une position plus basse que les autres espèces de l'Atlantique Nord dans l'arbre phylogénétique des sébastes.

Malgré la puissance des outils moléculaires pour distinguer entre les espèces de sébastes, la question de la définition des espèces de sébastes dans l'Atlantique Nord-Ouest est compliquée par le fait qu'il y a hybridation et introgression entre *S. fasciatus* et *S. mentella* dans une partie de la zone de sympatrie, plus précisément dans le golfe du Saint-Laurent et le chenal Laurentien (unités 1 et 2). La dynamique de l'introgression entre ces deux espèces a donc fait l'objet d'une étude détaillée réalisée au moyen de marqueurs de type ADN microsatellite (Roques *et al.*, 2001).

Dans cette étude, six échantillons de *S. fasciatus* et 11 de *S. mentella* ont été recueillis dans les zones d'allopatrie ou de sympatrie (Figure 2.7 et Figure 2.8). La comparaison des caractéristiques génétiques des échantillons montre que l'introgression a des effets très importants sur la diversité génétique et la structure des populations des deux espèces, notamment une modification de la variabilité génétique des deux espèces. En effet, l'hétérozygotie de *S. fasciatus* est passée de 0,757 dans la zone d'allopatrie à 0,832 dans la zone d'introgression. Quant à *S. mentella*, le nombre d'allèles était inférieur dans la zone d'introgression (149 par rapport à 160). Comme l'introgression consiste en un transfert de gènes d'une espèce à une autre, elle tend à réduire la divergence entre *S. fasciatus* et *S. mentella*. Cela est évident dans les résultats de l'analyse factorielle de correspondance effectuée sur 569 individus, laquelle a montré que les échantillons sympatriques se positionnaient entre les échantillons allopatriques et formaient un continuum entre les groupes des deux espèces (Figure 2.14). Pour une espèce donnée, les individus sympatriques étaient génétiquement plus apparentés aux individus de l'autre espèce que ne l'étaient les individus allopatriques. En outre, les échantillons sympatriques étaient composés d'individus possédant des allèles de *S. fasciatus* et de *S. mentella* plutôt que d'un mélange d'individus génétiquement purs des deux espèces. L'étude a aussi montré que l'introgression, même si elle est bidirectionnelle, ne touche pas les deux espèces de la même façon : elle est asymétrique et penche davantage vers *S. mentella*. On ne comprend pas très bien les raisons de cette situation, mais on pourrait l'attribuer à une combinaison de facteurs sélectifs et écologiques (p. ex. abondance ou période de reproduction) (voir la discussion détaillée de Roques *et al.* 2001).

Il faut souligner que, bien que l'introgression soit importante (taux d'introgression moyen de 15 %), elle est circonscrite aux unités 1 et 2, où persistent les deux groupes introgressés isolés sur le plan de la reproduction. De plus, comme l'introgression est géographiquement restreinte, l'intégrité génétique des deux espèces est maintenue hors de la zone d'introgression, malgré le fort potentiel de flux génique dû à la dispersion des larves. Les résultats de l'étude mettent en évidence le rôle prédominant de l'hybridation introgressive dans la diversité génétique intraspécifique, dans l'évolution de différences interspécifiques et, comme on le verra dans la section suivante, dans la structure des populations de *S. fasciatus* et de *S. mentella*.

2.2.2 Études de discrimination des stocks de sébastes à l'aide de marqueurs de type ADN microsatellite

S. Roques, J.-M. Sévigny et L. Bernatchez

Les marqueurs microsatellites ne sont pas aussi puissants pour distinguer les populations de sébaste que pour identifier les espèces de sébastes (Roques *et al.*, 1999b). En outre, le succès d'assignation a beaucoup varié selon le seuil de certitude choisi pour la procédure d'assignation. Cela porte à croire que les différences génétiques entre populations d'une même espèce de sébaste (c.-à-d. la structure des stocks) sont faibles, ce

qui concorde avec ce que l'on observe pour d'autres organismes marins. Les résultats illustrent aussi le manque de puissance du jeu de loci utilisé pour l'assignation populationnelle des sébastes. Il faudra donc peut-être tester et utiliser des marqueurs microsatellites supplémentaires (p. ex. Miller *et al.*, 2000) pour mieux élucider la structure des stocks de sébaste.

Jusqu'à maintenant, les résultats des analyses des marqueurs microsatellites ont montré des différences significatives des fréquences alléliques entre les *S. fasciatus* échantillonnés dans le golfe du Maine (FAA1) et ceux capturés dans l'unité 3 (FAA2) ($\theta = 0{,}0132$), mais aucune différence entre les poissons provenant des quatre sites d'échantillonnage situés dans le golfe du Saint-Laurent et le chenal Laurentien, soit FAS 1, 2, 3 et 4 (θ moyen = 0,0006). Les valeurs θ ne sont pas significatives pour les comparaisons entre les poissons échantillonnés dans la zone de sympatrie ou entre les échantillons FAA1 et FAA2. Cette espèce semble présenter trois populations : 1) unités 1 et 2; 2) unité 3; 3) golfe du Maine. L'homogénéité observée entre les échantillons provenant des unités 1 et 2 concorde avec les études qui montrent de l'hybridation introgressive dans ces régions. Les différences entre ces *S. fasciatus* et ceux de l'unité 3 résultent sans doute de l'hybridation introgressive avec *S. mentella* qui se produit dans le golfe du Saint-Laurent et le chenal Laurentien. En effet, l'intégration de gènes de *S. mentella* dans le génome de *S. fasciatus* dans ces zones de sympatrie a pour effet d'augmenter la différence génétique entre les *S. fasciatus* de la zone d'introgression et ceux de la zone d'allopatrie (c.-à-d. l'unité 3). Il est plus difficile d'expliquer la différence observée entre les *S. fasciatus* du golfe du Maine et ceux de l'unité 3, et il faudra effectuer d'autres échantillonnages et analyses pour confirmer les résultats de l'étude. On peut supposer qu'une combinaison de caractéristiques liées au cycle vital (p. ex. moins de migration) et des facteurs environnementaux (p. ex. modes de circulation) pourraient jouer un rôle dans les différences observées.

Des échantillons de *S. mentella* ont été recueillis dans l'ensemble de l'Atlantique Nord (Figure 2.10). La structure des stocks de cette espèce semble complexe (Roques *et al.*, 2002). Les résultats montrent de légères différences génétiques et semblent indiquer qu'il existe trois populations principales, soit 1) le groupe occidental, dans le golfe du Saint-Laurent et le chenal Laurentien (unités 1 et 2); 2) le groupe panocéanique qui regroupe la plupart des échantillons de l'Atlantique, à partir des Grands Bancs et de la mer du Labrador jusqu'aux îles Féroé, sur une étendue de 5 000 km; 3) le groupe oriental qui comprend les échantillons de Norvège et de la mer de Barents (Figure 2.13). À cette échelle, des discontinuités génétiques ont été observées aux deux extrémités de l'aire de répartition de *S. mentella* : les échantillons du groupe occidental se différenciaient clairement de ceux des autres groupes quant aux fréquences alléliques et à d'autres indices de différence génétique (θ moyen = 0,0127). Des différences significatives ont aussi été trouvées entre le groupe norvégien et les autres groupes ($\theta = 0{,}0239$). Ces différences sont attribuables au contexte océanique ou à des phénomènes de vicariance (répartition

biogéographique discontinue d'organismes dont l'aire de répartition était continue auparavant) dans les régions orientales (Norvège et mer de Barents), ainsi qu'à l'existence d'une zone d'hybridation introgressive dans le golfe du Saint-Laurent et le chenal Laurentien (unités 1 et 2). En effet, le processus décrit plus haut pour *S. fasciatus* s'applique également à *S. mentella* : l'intégration de gènes de *S. fasciatus* dans le génome de *S. mentella*, dans le golfe du Saint-Laurent et le chenal Laurentien, a pour effet d'accroître les différences génétiques entre ces *S. mentella* et ceux qui occupent des régions où ce processus est absent. La faible différenciation génétique observée dans la région panocéanique pourrait indiquer qu'une grande dispersion des larves s'y produit, hypothèse qui concorde avec la circulation générale dans l'Atlantique Nord. Inversement, la dispersion de larves provenant de la région océanique pourrait influer sur le recrutement du sébaste dans l'Atlantique Nord-Ouest, surtout pour les stocks de la mer du Labrador et des Grands Bancs. Il faudra des études approfondies et un échantillonnage plus détaillé pour évaluer l'importance de ce phénomène, car une nouvelle pêche du sébaste se développe à l'ouest du Groenland (OPANO 1F).

En plus des différences génétiques entre les trois principaux groupes de *S. mentella*, une hétérogénéité génétique, bien que modeste, a été observée à l'intérieur de ces groupes. Par exemple, dans la région de Terre-Neuve, l'échantillon NFD 4 différait significativement des échantillons NFD 1 à 3, et NFD 3 différait significativement de NFD 1 et de NFD 5. Ces différences sont attribuées aux niveaux d'introgression variables observés dans la région. Vu l'importance biologique de la limite entre les unités 1 et 2, il faudra échantillonner davantage dans cette région. Des différences dans les fréquences alléliques ont également été observées au sein du groupe panocéanique : les échantillons de l'Islande et de l'ouest du Groenland se démarquaient des autres.

2.3 Identification des sébastes à l'espèce selon la forme

2.3.1 Identification des sébastes à l'espèce selon la forme des otolithes

D.B. Atkinson

La forme des otolithes a servi à distinguer entre des espèces (L'Abée-Lund, 1988) ou des stocks (Campana et Casselman, 1992 et 1993; Castonguay *et al.*, 1991) de poissons. Si cette méthode était appliquée avec succès à la question des espèces de sébastes, il serait possible de distinguer entre les espèces pour des données de recherche et de pêche commerciale qui remontent d'environ 20-30 ans.

L'hypothèse à vérifier était la suivante : la forme des otolithes permet de distinguer entre *S. mentella* et *S. fasciatus*. Si l'hypothèse était confirmée, le projet serait élargi de façon à déterminer la composition historique en espèces de sébastes selon les données de recherche et de pêche commerciale sur les otolithes. Ces résultats pourraient être comparés aux données de biologie moléculaire éventuellement obtenues pour ces mêmes otolithes.

Comme les résultats préliminaires indiquent que la forme des otolithes présente une variabilité trop élevée pour permettre d'identifier les sébastes à l'espèce, l'étude ne s'est pas poursuivie.

2.3.2 Discrimination entre les espèces de sébastes par morphométrie géométrique

A. Valentin, J.-M. Sévigny et J.-P. Chanut

Cette étude a pour objectif de déterminer si la forme du corps peut servir à distinguer entre *S. fasciatus*, *S. mentella* et leurs hybrides présumés dans le golfe du Saint-Laurent à l'aide de la morphométrie géométrique. Il s'agit de définir les différences dans la forme du corps entre les trois génotypes au locus *MDH-A** en combinant une analyse procrustes et des statistiques multivariées.

La morphométrie géométrique consiste essentiellement en des techniques récentes inspirées des grilles de déformation proposées par D'Arcy Thompson (1917), notamment l'analyse de matrices de distances euclidiennes, l'analyse d'échelle d'éléments finis, les coordonnées de forme ou de Bookstein, les transformations ou superpositions de splines de type plaque mince et les méthodes procrustes (Rohlf et Marcus, 1993, et références; Corti, 1993; David et Laurin, 1997). Ces techniques sont plus efficaces que les méthodes morphométriques classiques pour localiser les différences de forme (Rohlf et Marcus, 1993). En morphométrie géométrique des points de repère, sous forme de coordonnées bidimensionnelles (x, y) ou même tridimensionnelles (x, y, z), servent de données d'entrée. Ces coordonnées sont transformées en variables de forme qui ne varient pas selon l'échelle, la position ni l'orientation. L'organisation spatiale relative des points de repère est conservée tout au long de l'analyse, ce qui permet une visualisation, facile à interpréter, de la variabilité morphologique dans l'espace initial des spécimens.

Pour cette étude, des poissons ont été capturés en avril 1997 au moyen d'un chalut de fond dans le golfe du Saint-Laurent, à des profondeurs de 150 à 500 m de façon à assurer la capture de spécimens des deux espèces. L'échantillonnage a été effectué dans deux zones : 1) celle qui s'étend à l'est de l'île d'Anticosti jusqu'au détroit de Cabot et 2) celle qui s'étend du nord de la Gaspésie jusqu'au sud de l'île d'Anticosti. Tous les spécimens ont d'abord été classés selon leur génotype au locus *MDH-A**, un critère diagnostique pour les deux espèces en situation d'allopatrie (voir la section précédente). Les données morphométriques consistent en dix-huit points de repère qui définissent le contour du corps (Figure 2.14). Au moyen du logiciel APS (Penin, 1999), les coordonnées (x, y) des points de repère sont transformées en variables de forme par une méthode procrustes. Ces variables sont ensuite entrées dans une analyse discriminante qui vise à vérifier les différences de forme entre les trois génotypes, soit *S. mentella*, *S. fasciatus* et leurs hybrides présumés.

L'analyse discriminante montre que les trois groupes diffèrent significativement ($F = 6{,}371$; $P < 0{,}0001$) (Figure 2.16). La forme du corps des hybrides s'approche de celle

de *S. mentella*. Les différences de forme entre *S. fasciatus* et *S. mentella* sont hautement significatives ($F = 11,64$; $P < 0,0001$) : *Sebastes mentella* semble être plus fusiforme que *S. fasciatus*, un caractère qui pourrait être lié au comportement davantage pélagique du premier (Figure 2.16a). Les variables qui permettent le mieux de discriminer entre les deux espèces sont L5, L6 et, dans une moindre mesure, Y13 (Figure 2.16a et b). Elles concernent la longueur de l'extrémité antérieure du corps au point d'insertion antérieur de la nageoire dorsale (LD), ainsi que la longueur entre les points d'insertion antérieurs des nageoires dorsales et anales (AD). Bien que les données aient été recueillies dans différents secteurs du golfe, la taille de l'échantillon n'a pas permis d'effectuer des comparaisons morphologiques intraspécifiques et interspécifiques entre les secteurs. Toutefois, Saborido-Rey (1994) a montré que LD et AD comptaient parmi les meilleures mesures pour discriminer entre *S. mentella* et *S. fasciatus* au Bonnet Flamand et sur les Grands Bancs de Terre-Neuve. Ainsi, cette étude et la nôtre indiquent que *S. mentella* et *S. fasciatus* ont chacun une forme du corps caractéristique qui se maintient dans les différentes populations partout dans leurs aires de répartition. L'analyse de la forme du corps constitue donc une méthode prometteuse pour discriminer entre les espèces et les stocks de sébaste.

2.4 Identification des stocks de *Sebastes mentella* dans l'Atlantique Nord-Ouest selon leurs parasites

D.J. Marcogliese, R. Arthur et E. Albert

Les parasites de *Sebastes mentella* capturés dans cinq zones de l'Atlantique Nord-Ouest ont été examinés pour aider à déterminer la structure des stocks de ce poisson pour la gestion des pêches au Canada atlantique. Les poissons ont été échantillonnés d'août 1996 à janvier 1997, au col Flamand (3M), au large du Labrador (2J), dans le chenal Laurentien (4Vn en août; 3Ps en janvier = unité 2), dans le détroit de Cabot (3Pn = unité 2) et dans le golfe du Saint-Laurent (4T = unité 1) (Figure 2.17).

Au total, seize taxons de parasites ont été trouvés, dont un myxozoaire, huit digéniens, deux cestodes, trois nématodes et deux copépodes. Seuls quatre parmi ceux-ci se sont révélés utiles pour discriminer entre les stocks de *S. mentella*, notamment les nématodes anisakidés *Anisakis simplex* et *Hysterothylacium aduncum*, ainsi que le copépode *Sphyrion lumpi*. *Anisakis simplex* était courant dans presque tous les sites et particulièrement abondant au large du Labrador, au Bonnet Flamand et dans le golfe du Saint-Laurent.

Le parasite le plus prévalent et abondant était *H. aduncum* chez le sébaste du Bonnet Flamand, tandis que le copépode *S. lumpi* était le parasite le plus prévalent dans le golfe du Saint-Laurent et le chenal Laurentien. La prévalence des parasites (pourcentage de poissons infestés), l'intensité moyenne d'infestation (nombre moyen de parasites chez les poissons infestés) et la gamme d'intensité d'infestation sont présentées au Tableau 2.4.

Des analyses non paramétriques multiples ont montré qu'il y avait des stocks de sébaste distincts au large du Labrador et au Bonnet Flamand, ce qui correspond aux conclusions d'études antérieures (Bourgeois et Ni, 1984; Templeman et Squires, 1960). Les analyses portent aussi à croire que l'on peut distinguer entre les poissons du golfe du Saint-Laurent (été) et ceux du détroit de Cabot (été) ou du chenal Laurentien (été ou hiver) (Tableau 2.5).

Les données sur les parasites indiquent que les sébastes de l'unité 1 et de l'unité 2 pourraient appartenir à des stocks distincts. Ces données devraient être utilisées parallèlement à d'autres méthodes de discrimination des stocks pour vérifier les résultats.

2.5 Marquage expérimental des sébastes

D. Gascon

Les sébastes ne se prêtent pas aux techniques de marquage classiques, car ils ne survivent presque jamais à une décompression de plus de quelques dizaines de mètres. La seule façon de faire consiste à les marquer directement en profondeur au moyen d'hameçons-étiquettes détachables (Horn, 1988; Love *et al.*, 1994). Cette proposition visait à déterminer si cette technique peut s'appliquer au sébaste, ce qui permettrait de réaliser un véritable programme de marquage.

Les restrictions budgétaires ont empêché la réalisation de ce projet.

Tableau.2.1. Nombre d'individus capturés de 1994 à 1998 dans chaque division de gestion du sébaste de l'OPANO pour lesquels on dispose de données sur le nombre de rayons mous de la nageoire anale (RMNA), le point de passage du muscle extrinsèque de la vessie natatoire (EGM) et le génotype au locus de la malate déshydrogénase (MDH). Nota : le fjord du Saguenay fait partie de l'unité 1. P : printemps (mars, avril et mai); É : été (juin, juillet et août); A : automne (septembre, octobre et novembre); H : hiver (décembre, janvier et février).

Région	1994				1995				1996				1997				1998				Total
	P	É	A	H	P	É	A	H	P	É	A	H	P	É	A	H	P	É	A	H	
Division 3K											28					41		84	630		783
3LN														102	50	40					192
3M											23										23
3O						61				128			49	46	80						364
Unité 1		292		310		352	36			618				264					55		1927
Unité 2	685					877			102	1101				720					80		3565
Unité 3						376			39	208											623
Fjord Saguenay												69									69
Golfe du Maine											89										89
Total	685	292		310		1666	36		141	2055	140	69	49	1132	130	81		84	765		7635

Tableau 2.2. Répartition par taille des spécimens analysés. Pour certaines régions, la taille de l'échantillon diffère de celle présentée au Tableau.2.1 en raison de données de taille manquantes. *N* : taille de l'échantillon; Min. : taille minimale; Max. : taille maximale; C.V. : coefficient de variation.

Région	*N*	Min.	Max.	Moyenne	C.V.
2G-3K	*782*	93	505	222,8	0,26
3M	*23*	90	380	198,7	0,45
3LN	*186*	146	440	261,5	0,24
3O	*363*	80	430	256,3	0,29
Saguenay	*69*	220	330	265,3	0,08
Unité 1	*1 927*	7	515	235,7	0,50
Unité 2	*3 565*	60	530	288,0	0,28
Unité 3	*623*	80	460	252,4	0,31
G. du Maine	*89*	150	280	198,5	0,14
Toutes les régions	*7 627*	7	530	261,5	0,35

Tableau 2.3. Nombre observé (Obs.) et attendu (Att.) d'individus de chacun des trois génotypes au locus *MDH-A** et fréquences alléliques pour les échantillons obtenus de 1994 à 1998 dans chaque division de l'OPANO. *N* = taille de l'échantillon.

		Génotype						**Fréquence allélique**	
		A1A1		**A1A2**		**A2A2**			
Divisions de l'OPANO	*N*	*Obs.*	*Att.*	*Obs.*	*Att.*	*Obs.*	*Att.*	**A1*	**A2*
Sous-zone 2 + div. 3K	783	671	579	5	189	107	15	0,86	0,14
3M	23	16	12	1	9	6	2	0,72	0,28
3LN	192	112	67	1	93	79	32	0,59	0,41
3O	364	77	18	3	125	284	221	0,22	0,78
Unité 1	1 927	826	482	256	963	845	482	0,5	0,5
Unité 2	3 565	1 290	599	361	1 725	1 914	1 241	0,41	0,59
Unité 3	623	18	1	0	36	605	586	0,03	0,97
Fjord du Saguenay	69	54	52	12	16	3	1	0,87	0,13
Golfe du Maine	89	0	0	0	0	89	89	0.00	1.00

Tableau 2.4. Prévalence (%), intensité d'infestation moyenne (± écart-type) et gamme d'intensité d'infestation de *Sebastes mentella* par des parasites servant de marqueurs biologiques dans l'Atlantique Nord-Ouest. *N* est le nombre de poissons examinés.

Région	*N*	Parasite	Prévalence (%)	Intensité (moyenne ± écart type)	Gamme
Golfe du Saint-Laurent (4T)	*30*	*Anisakis simplex*	53,3	2,8 ± 3,1	1-13
		Hysterothylacium aduncum	20,0	1,2 ± 0,4	1-2
		Sphyrion lumpi	23,3	1,7 ± 0,8	1-3
Détroit de Cabot (3Pn)	*49*	*Anisakis simplex*	26,5	2,0 ± 1,2	1-4
		Hysterothylacium aduncum	44,9	1,6 ± 0,7	1-3
		Sphyrion lumpi	51,0	1,9 ± 1,4	1-7
Chenal Laurentien – été (4Vn)	*31*	*Anisakis simplex*	16,1	1,0 ± 0,0	1
		Hysterothylacium aduncum	32,3	1,5 ± 1,0	1-4
		Sphyrion lumpi	67,7	1,7 ± 0,9	1-4
Chenal Laurentien – hiver (3Ps)	*31*	*Anisakis simplex*	29,0	1,1± 0,3	1-2
		Hysterothylacium aduncum	29,0	1,4 ± 0,7	1-3
		Sphyrion lumpi	41,9	2,2 ± 2,2	1-9
Labrador (2J)	*13*	*Anisakis simplex*	46,2	25,2 ± 35,5	1-92
		Hysterothylacium aduncum	30,8	7,0 ± 6,8	2-17
		Sphyrion lumpi	7,7	2,0	2
Col Flamand (3M)	*16*	*Anisakis simplex*	56,3	2,7 ± 3,5	1-12
		Hysterothylacium aduncum	93,8	93,8 ± 92,4	1-259
		Sphyrion lumpi	6,3	10,0	10

Tableau 2.5. Comparaisons non paramétriques, stratifiées selon la longueur, de l'abondance moyenne des parasites infestant *S. mentella* entre l'unité 1 (golfe du Saint-Laurent) et l'unité 2 (détroit de Cabot et chenal Laurentien). Les données sont corrigées au moyen de la méthode bootstrap pour tenir compte de la multiplicité globale des tests. (* = $p < 0,05$)

Parasite	Comparaison	Données brutes	Bootstrap
		Valeur *p*	Valeur *p*
Anisakis simplex	Unité 1 (été) : unité 2 (hiver)	0,0042	0,0238 *
	Unité 2 (été) : unité 2 (hiver)	0,9150	1,0000
Hysterothylacium aduncum	Unité 1 (été) : unité 2 (hiver)	0,9050	1,0000
	Unité 2 (été) : unité 2 (hiver)	0,1613	0,6454
Sphyrion lumpi	Unité 1 (été) : unité 2 (hiver)	0,4326	0,9653
	Unité 2 (été) : unité 2 (hiver)	0,4018	0,9517

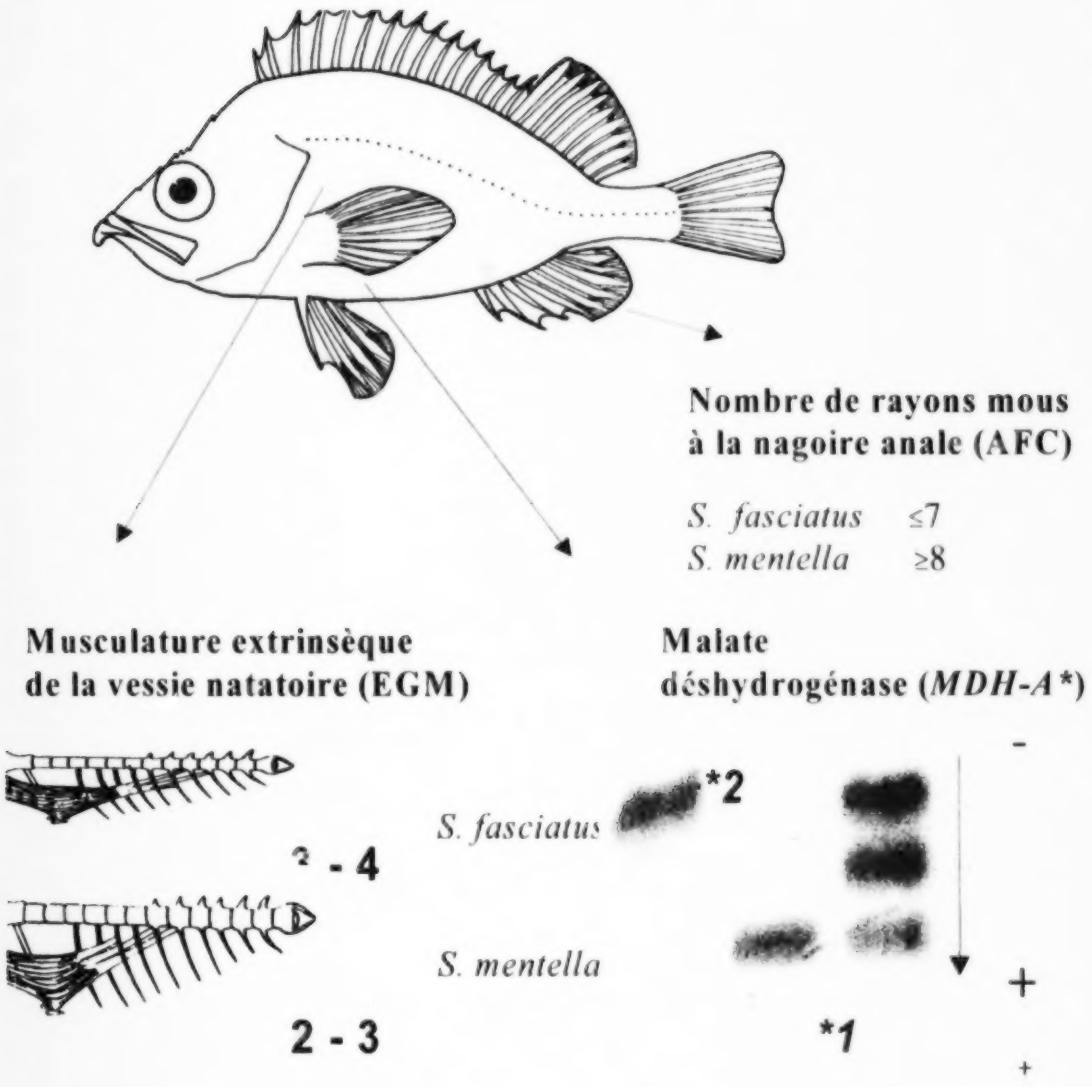

Figure 2.1. Représentation schématique des trois critères (AFC, EGM et MDH) qui servent à discriminer entre *Sebastes fasciatus* et *S. mentella* dans l'Atlantique Nord-Ouest.

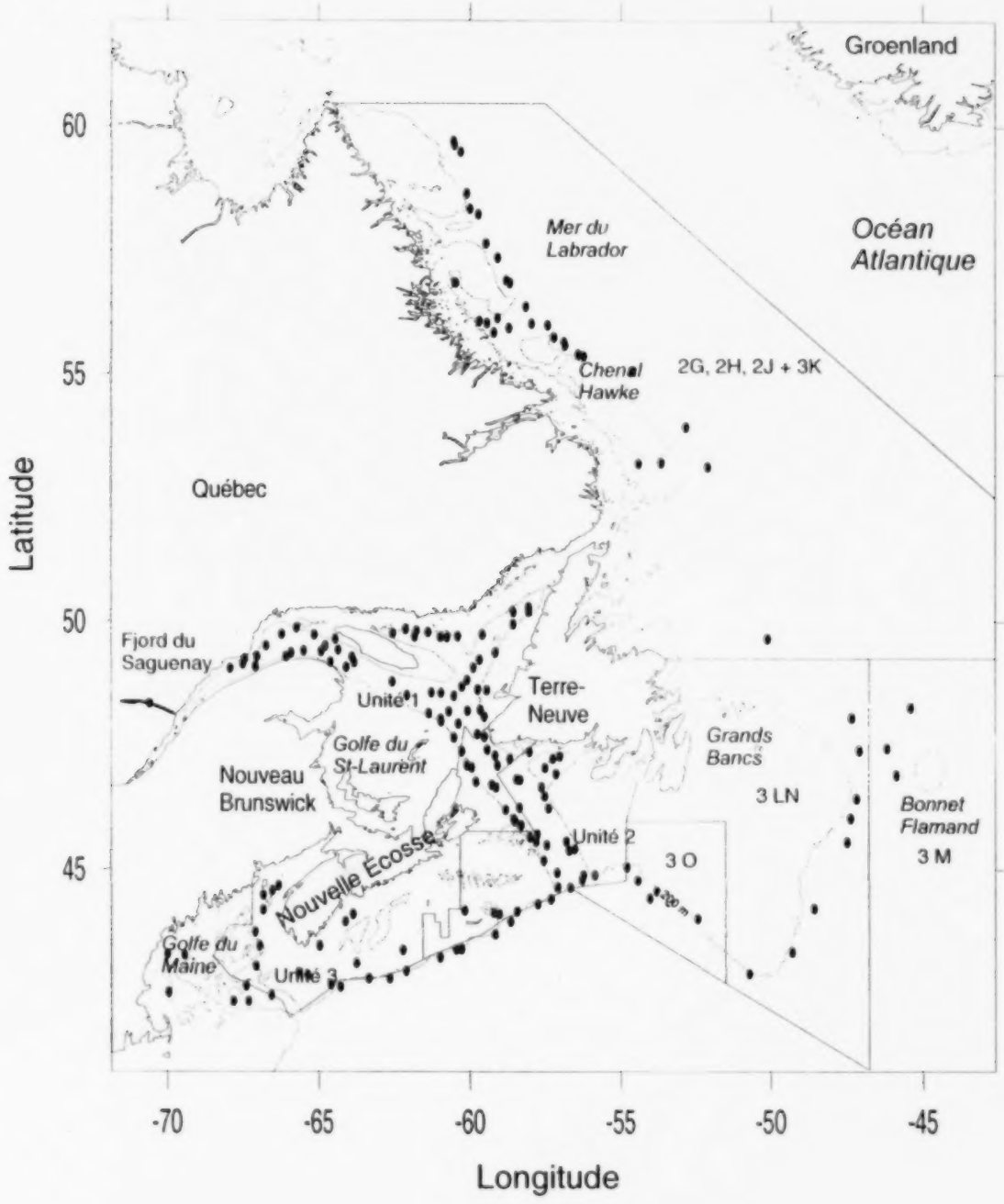

Figure 2.2. Carte de l'Atlantique Nord-Ouest qui montre la position des 184 sites d'échantillonnage où 552 traits de chalut de fond ont été effectués de 1994 à 1998. Tous les traits effectués à l'intérieur d'un carré de 0,5 degré par 0,5 degré de latitude ont été regroupés peu importe l'année d'échantillonnage.

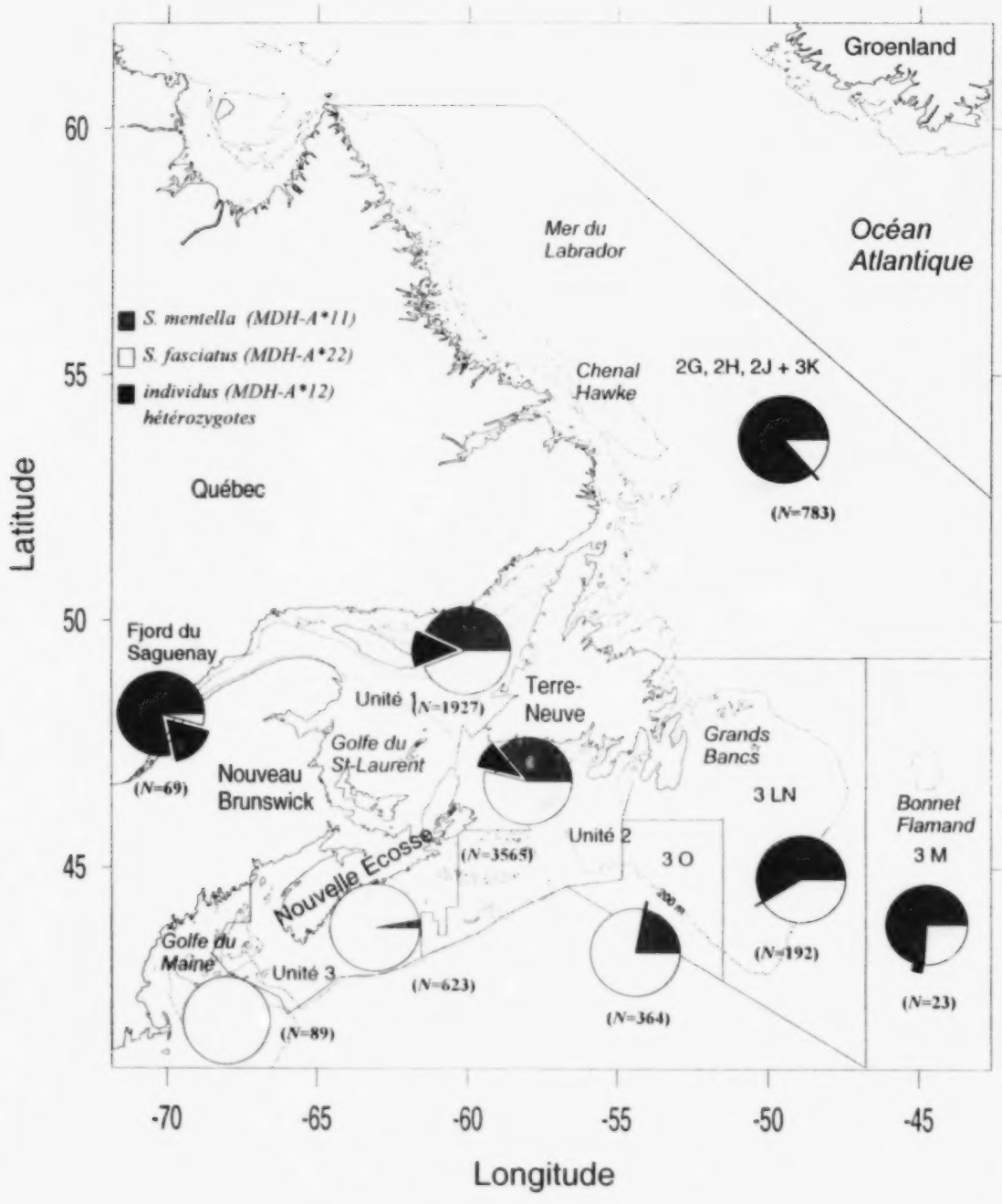

Figure 2.3. Répartition de *Sebastes fasciatus* et de *S. mentella* dans l'Atlantique Nord-Ouest selon la distribution des trois génotypes observés au locus *MDH-A**. Les unités de gestion du sébaste sont indiquées.

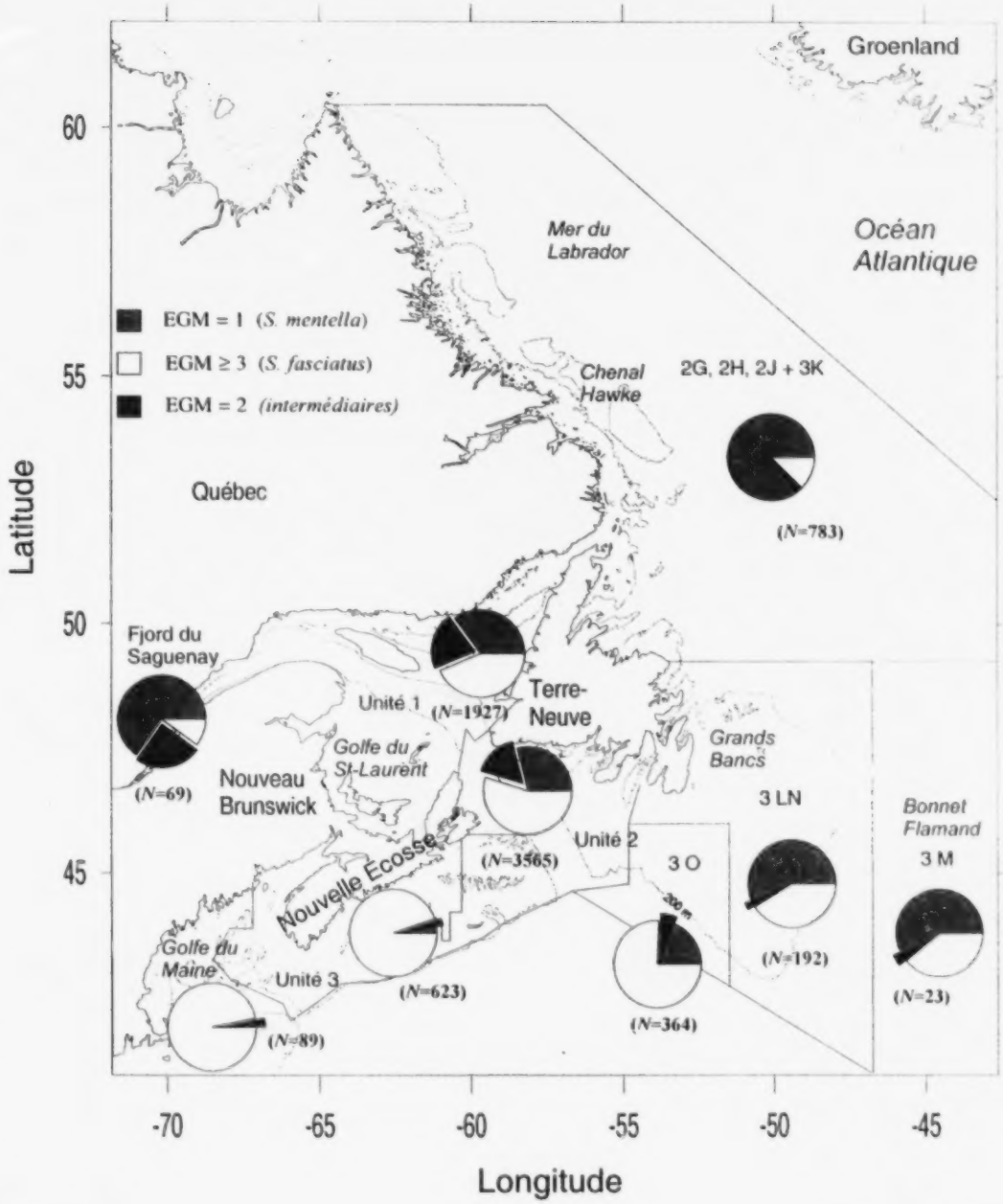

Figure 2.4. Répartition de *Sebastes fasciatus* et de *S. mentella* dans l'Atlantique Nord-Ouest selon la répartition des points de passage du muscle de la vessie natatoire. Les unités de gestion du sébaste sont indiquées. EGM = 1 : le muscle extrinsèque de la vessie natatoire passe entre les côtes 2 et 3 (*S. mentella*); EGM ≥ 3 : le muscle extrinsèque de la vessie natatoire passe entre les côtes 3 et 4 ou suivantes (*S. fasciatus*); EGM = 2 : le muscle extrinsèque de la vessie natatoire passe à la fois entre les côtes 2 et 3 et entre les côtes 3 et 4 (incertain).

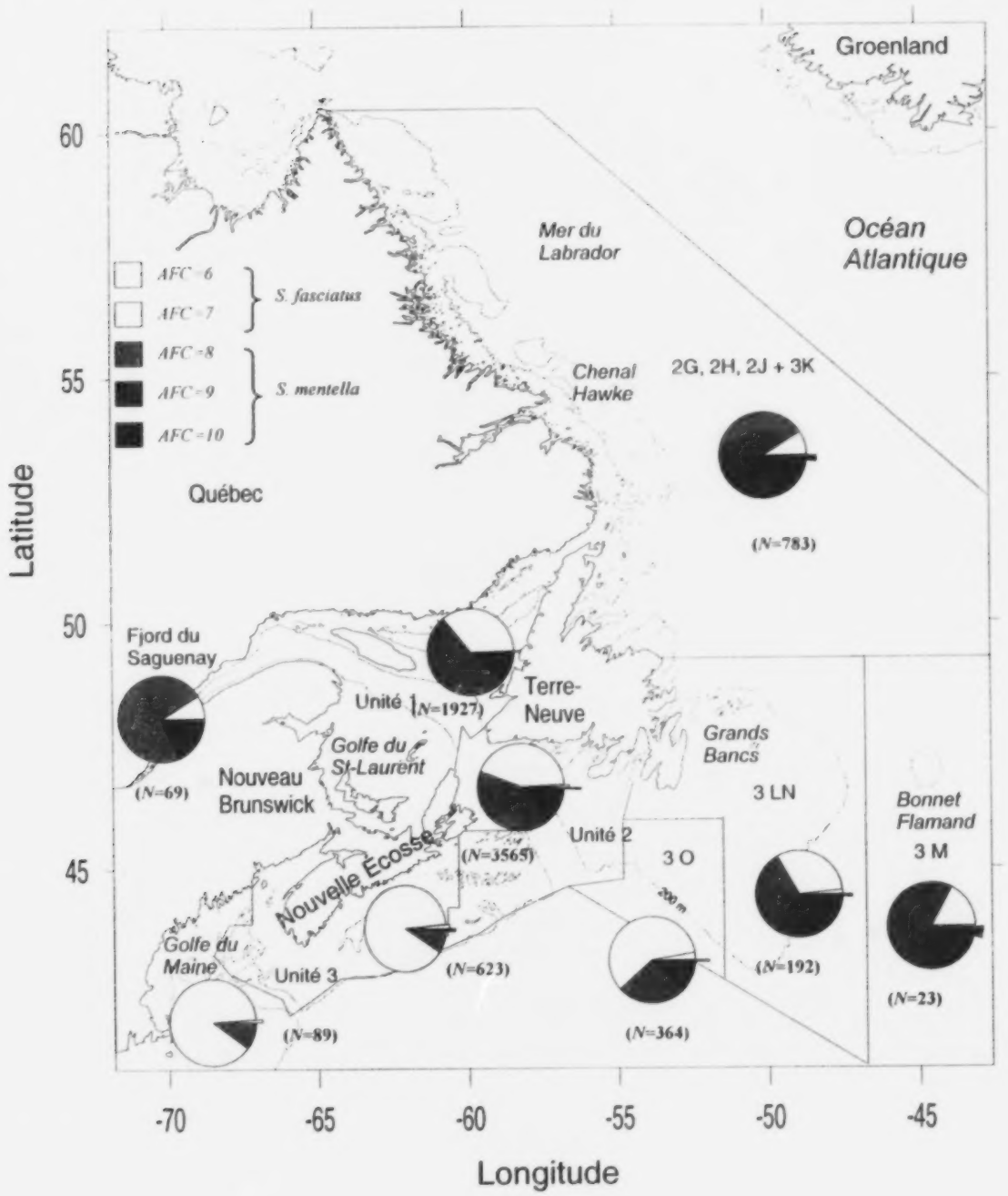

Figure 2.5. Répartition de *Sebastes fasciatus* et de *S. mentella* dans l'Atlantique Nord-Ouest selon la distribution du nombre de rayons mous de la nageoire anale (AFC). Les unités de gestion du sébaste sont indiquées.

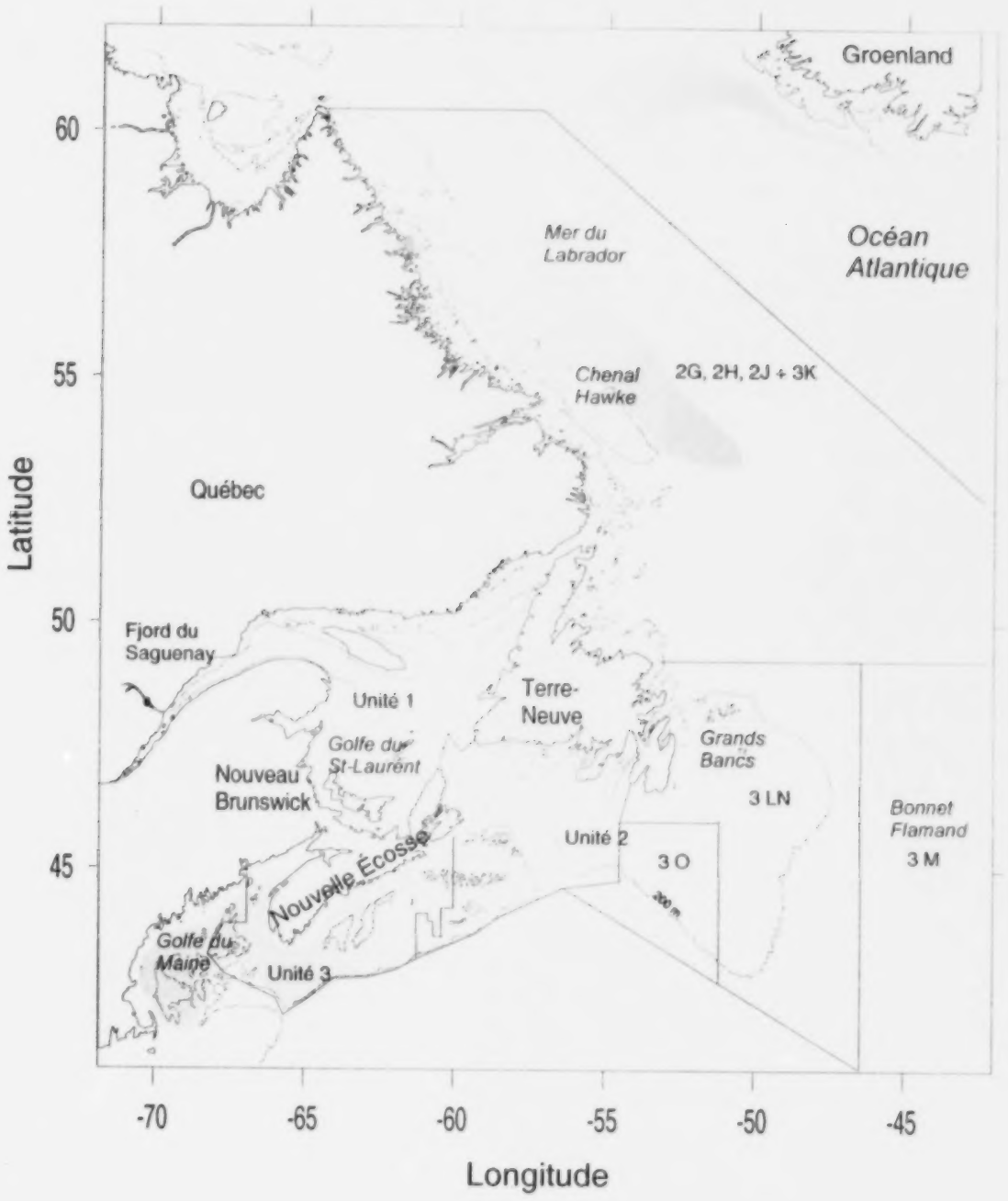

Figure 2.6. Carte de l'Atlantique Nord-Ouest qui résume la répartition générale de *Sebastes fasciatus* et de *S. mentella* établie selon les données sur les caractères MDH, EGM et AFC. Les hachures foncées indiquent approximativement les deux zones d'allopatrie, et les hachures pâles, la zone de sympatrie.

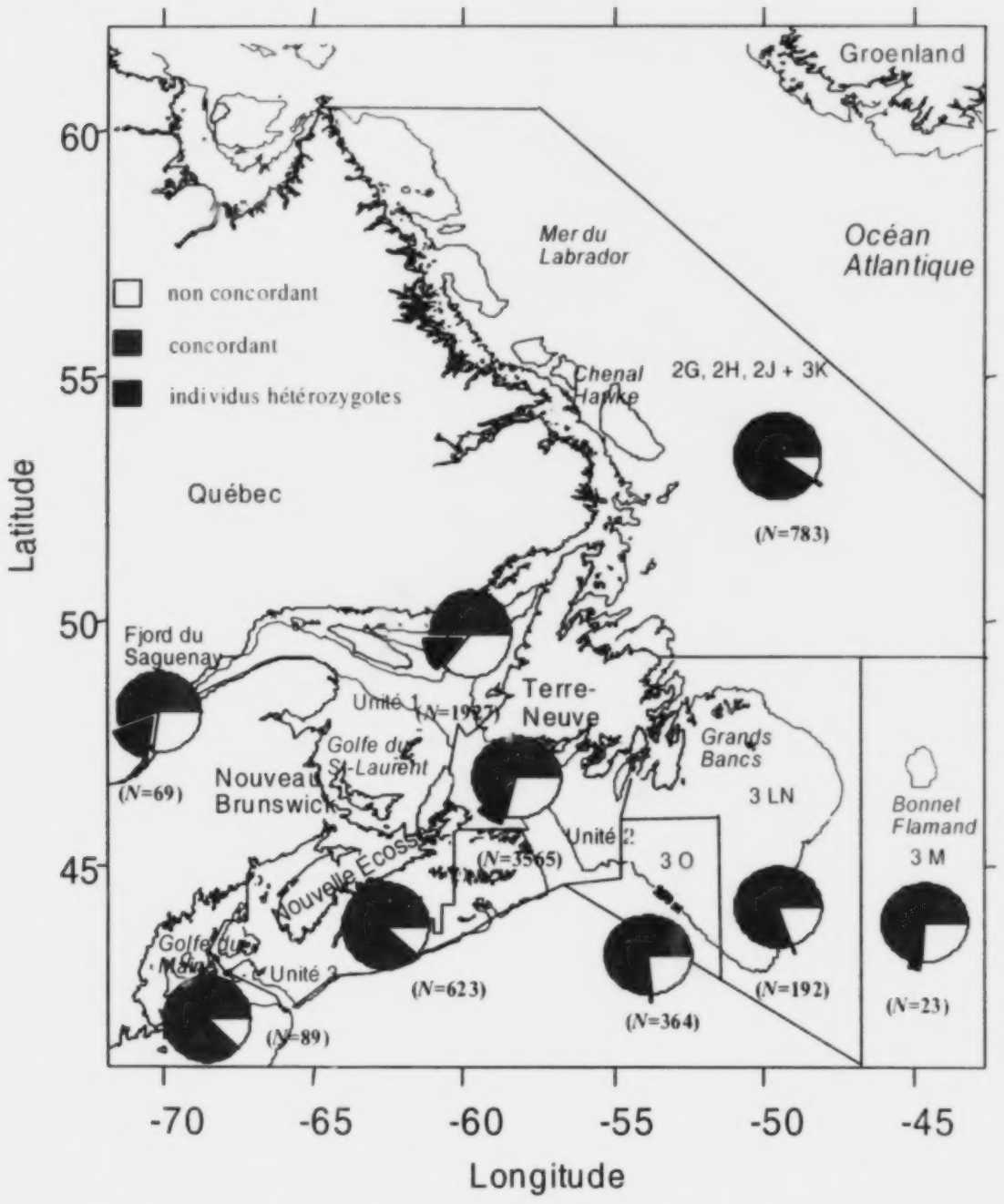

Figure 2.7. Carte de l'Atlantique Nord-Ouest qui montre le niveau de concordance entre les critères habituels d'identification des sébastes à l'espèce.

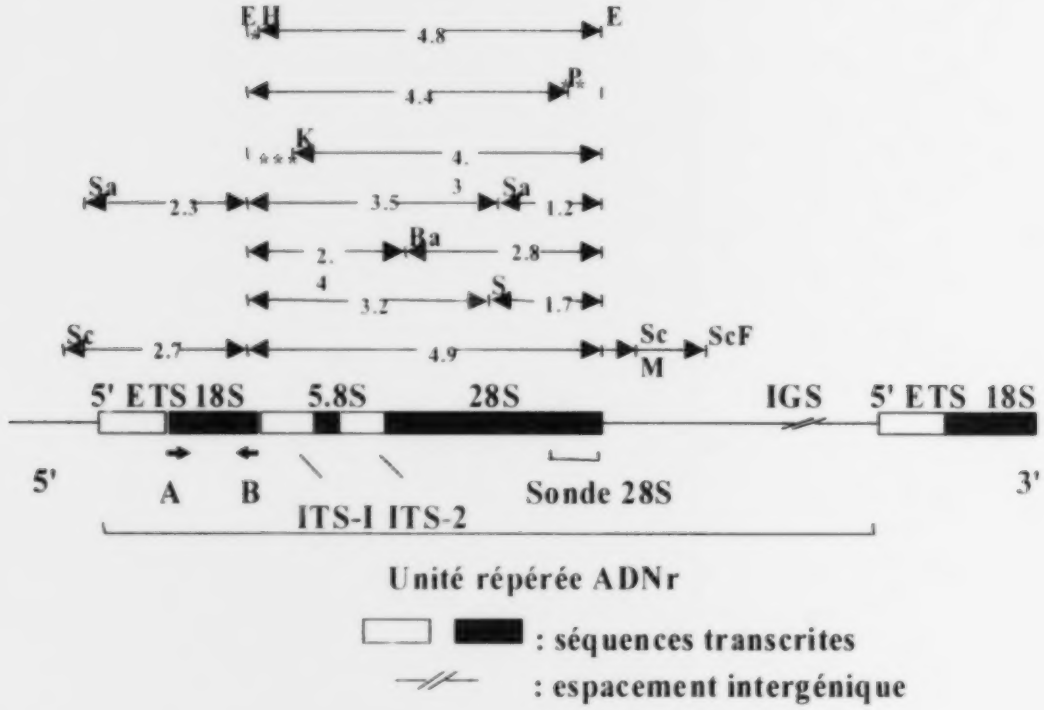

Figure 2.8. Représentation schématique d'une unité de répétition d'ADNr. Les cases noires représentent la séquence codante, et les cases blanches, les espaceurs transcrits. La position des divers sites de restriction est indiquée, notamment celle du site *Sca*I, qui a servi pour l'identification de *S. fasciatus* (ScF) et de *S. mentella* (ScM). Les lettres A et B indiquent la position approximative des amorces utilisées pour amplifier la séquence 18S. La position de la sonde 28S est également indiquée. ITS : espaceur interne transcrit; ETS : espaceur externe transcrit; IGS : espaceur intergénique. K : *Kpn*I; E : *Eco*RI; S : *Ssp*I; Ba : *Bam*HI; Sa : *Sac*I; Sc : *Sca*I; P : *Pvu*II; H : *Hind*III; * : fragment de 0,1 Kb; ** : fragment d'environ 0,9 Kb; *** : fragment de 0,6 Kb.

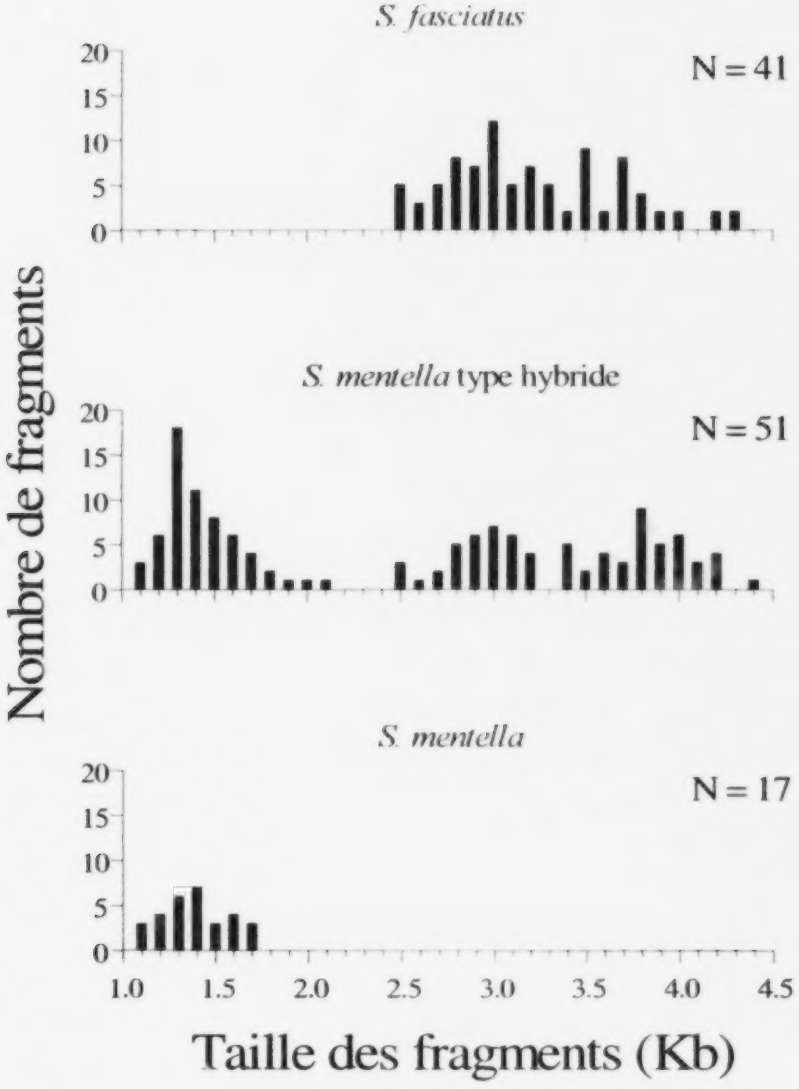

Figure 2.9. Répartition par taille des fragments de restriction générés après la double digestion par *Eco*RI et *Sca*I pour les trois groupes d'ADNr. N= taille de l'échantillon.

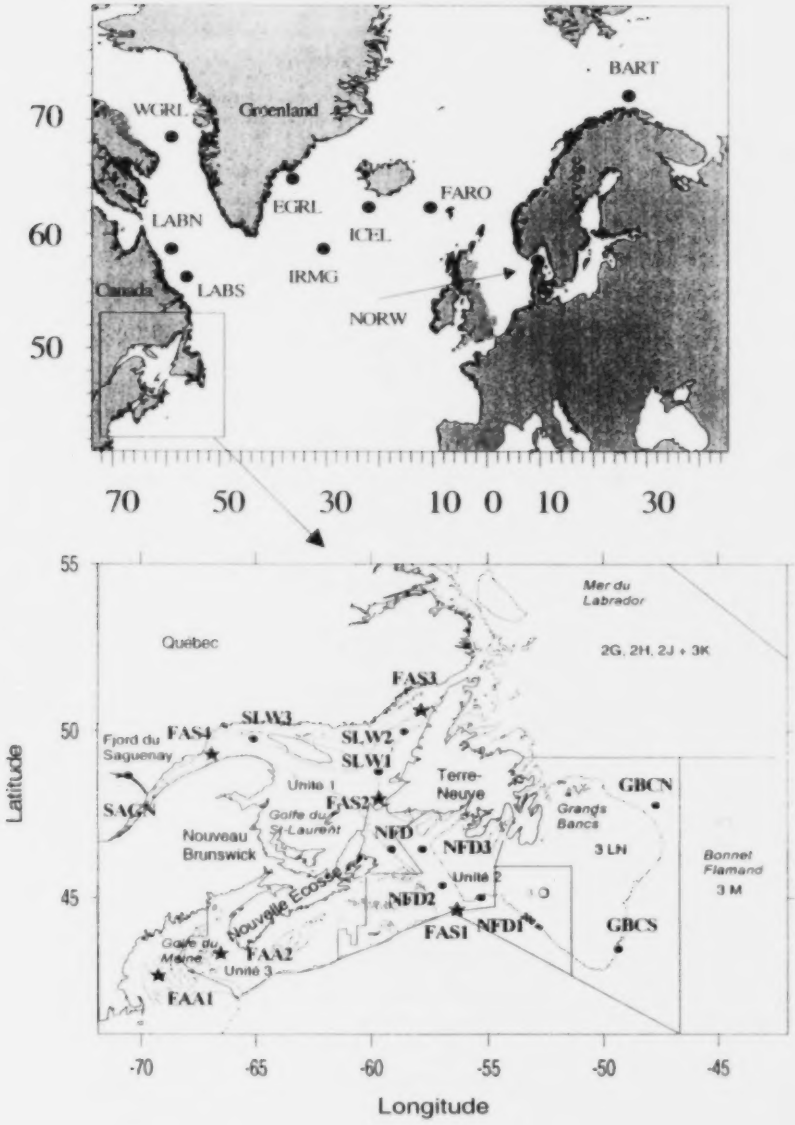

Figure 2.10. Carte de l'Atlantique Nord qui montre les secteurs où les différents échantillons de *S. fasciatus* (étoiles foncées) et de *S. mentella* (cercles foncés) ont été recueillis.

Abréviations

Pour *S. fasciatus* – FAA : *S. fasciatus* en zone d'allopatrie; FAS : *S. fasciatus* en zone de sympatrie. Pour *S. mentella* – SAGN : fjord du Saguenay; SLW1, 2 et 3 : échantillons du golfe du Saint-Laurent; NFD1, 2, 3 et 4 : échantillons du chenal Laurentien, au sud de Terre-Neuve; GBCS : sud des Grand Bancs; GBCN : nord des Grand Bancs; LABS : sud de la mer du Labrador; LABN : nord de la mer du Labrador; WGRL : ouest du Groenland; EGRL : est du Groenland; IRMG : mer d'Irminger; ICEL : Islande; FARO : îles Féroé; NORW : Norvège; BART : mer de Barents.

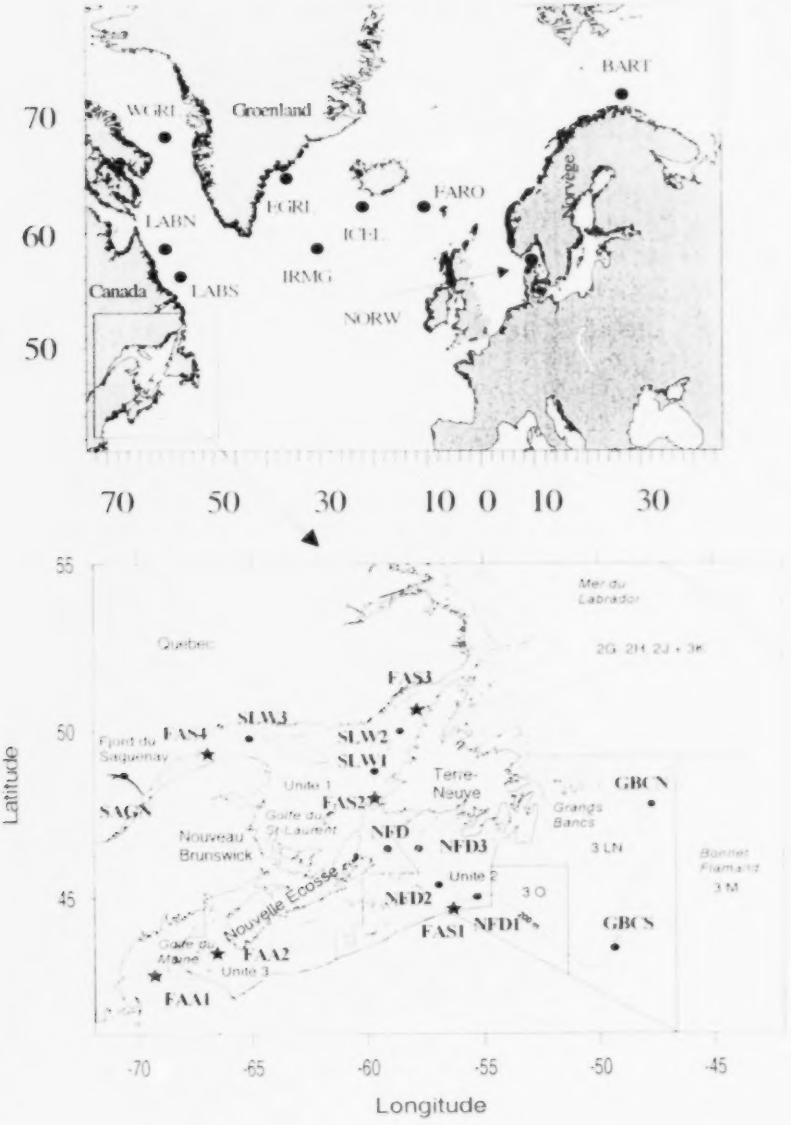

Figure 2.10. Carte de l'Atlantique Nord qui montre les secteurs où les différents échantillons de *S. fasciatus* (étoiles foncées) et de *S. mentella* (cercles foncés) ont été recueillis.

Abréviations

Pour *S. fasciatus* – FAA : *S. fasciatus* en zone d'allopatrie; FAS : *S. fasciatus* en zone de sympatrie. Pour *S. mentella* – SAGN : fjord du Saguenay; SLW1, 2 et 3 : échantillons du golfe du Saint-Laurent; NFD1, 2, 3 et 4 : échantillons du chenal Laurentien, au sud de Terre-Neuve; GBCS : sud des Grand Bancs; GBCN : nord des Grand Bancs; LABS : sud de la mer du Labrador; LABN : nord de la mer du Labrador; WGRL : ouest du Groenland; EGRL : est du Groenland; IRMG : mer d'Irminger; ICEL : Islande; FARO : îles Féroé; NORW : Norvège; BART : mer de Barents.

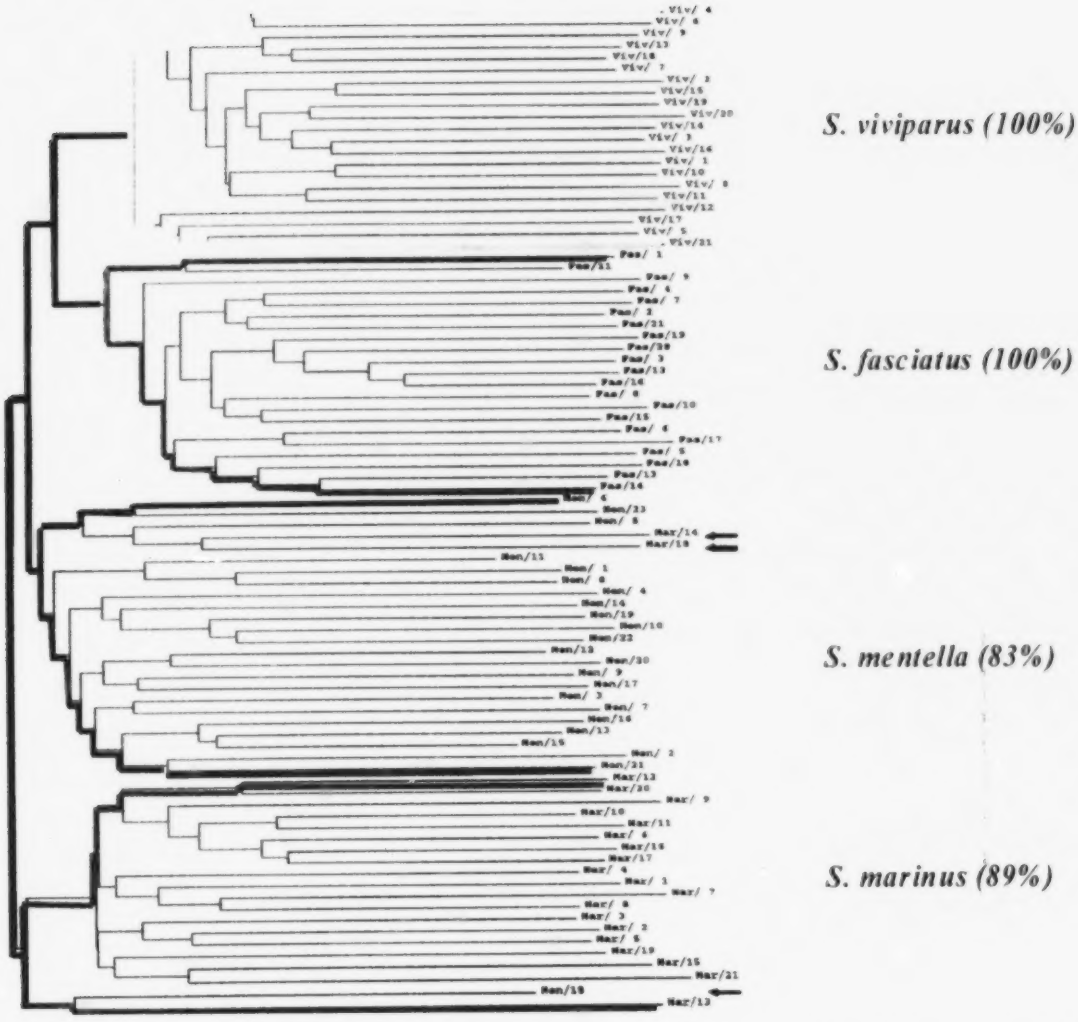

Figure 2.11. Dendrogramme de similarité (« neighbour-joining ») de 86 sébastes fondé sur leurs distances alléliques partagées. Les flèches désignent les individus assignés à la mauvaise espèce. Les valeurs entre parenthèses constituent l'indice de classification pour chaque groupe (échantillon total de 260 spécimens).

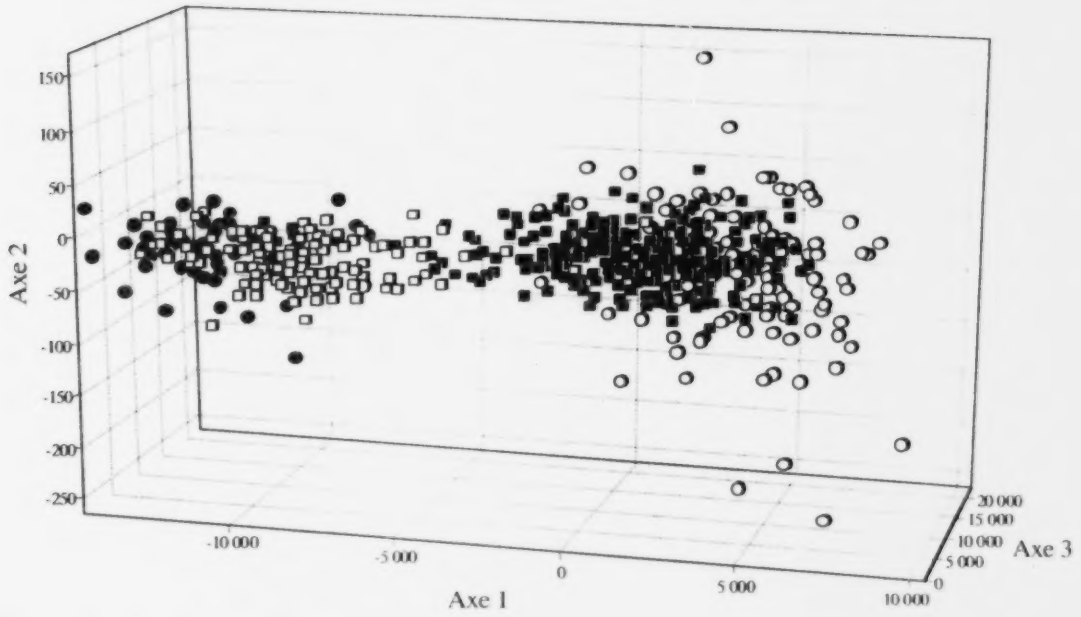

Figure 2.12. Diagramme de l'analyse factorielle de correspondance (analyse en composantes principales) qui montre chaque sébaste des zones d'allopatrie ou de sympatrie dans un espace multidimensionnel.

(■) *S. mentella* de la zone de sympatrie; (●) *S. fasciatus* de la zone d'allopatrie; (□) *S. fasciatus* de la zone de sympatrie; (○) *S. mentella* de la zone d'allopatrie.

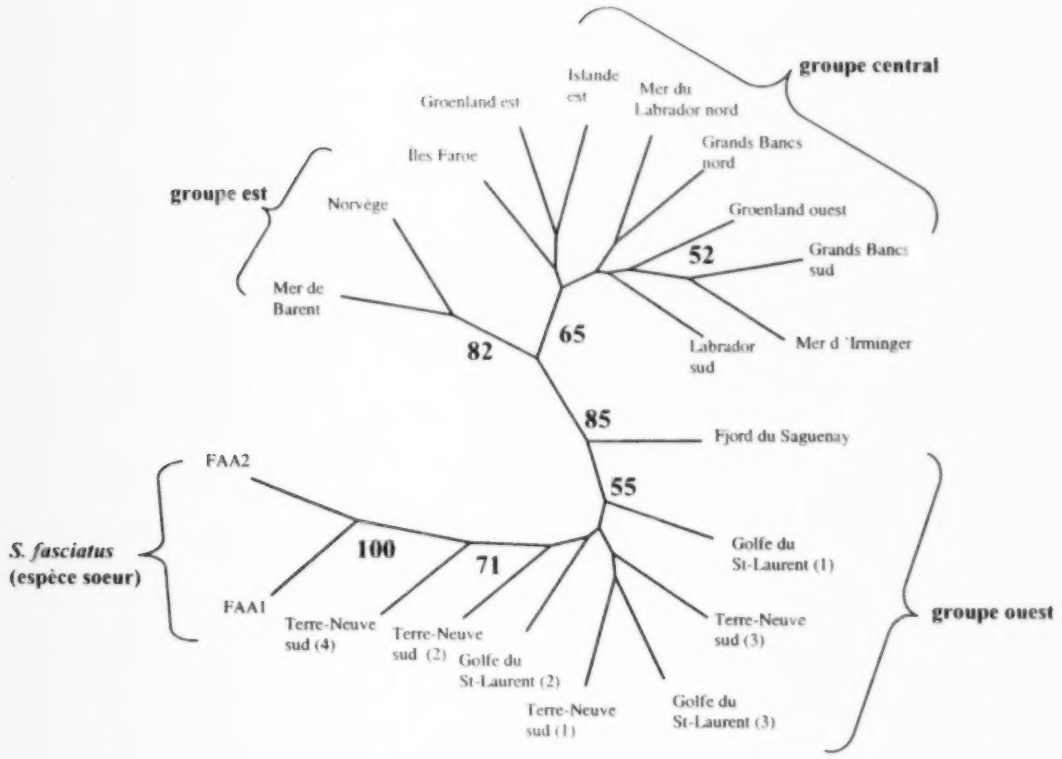

Figure 2.13. Dendrogramme de similarité (« neighbour-joining »), fondé sur les distances génétiques appariées de Cavalli-Sforza et d'Edward (1967), qui montre les relations entre les 19 échantillons de *Sebastes mentella* et les deux échantillons de *S. fasciatus* recueillis dans l'Atlantique Nord. Les niveaux de confiance (en pourcentage) ont été estimés pour 1 000 échantillons bootstrap obtenus par le rééchantillonnage des fréquences alléliques.

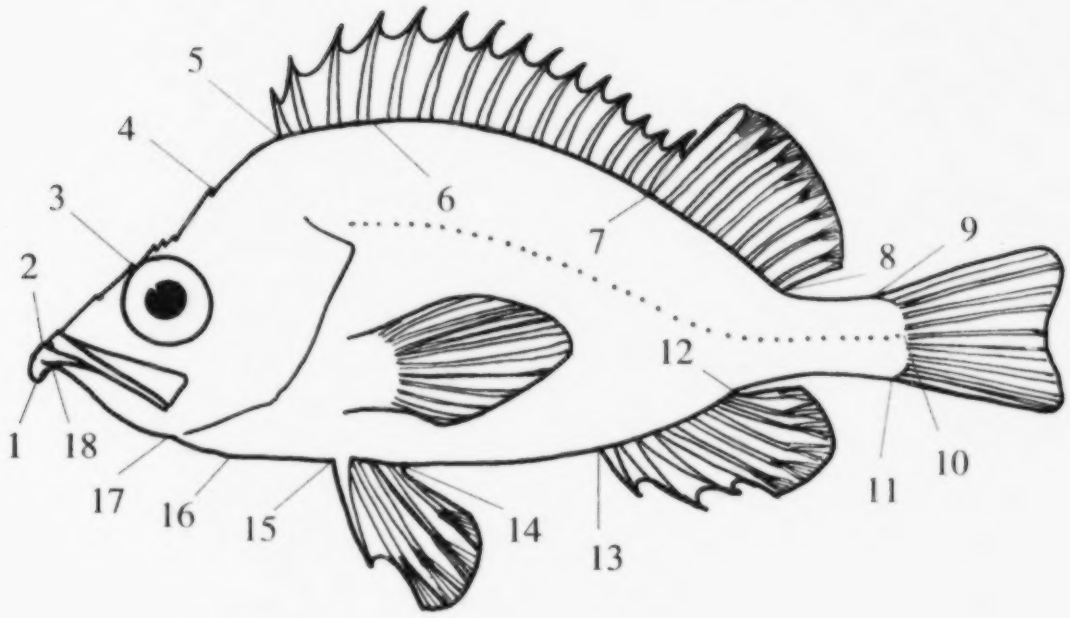

Figure 2.14. Les 18 points de repère utilisés dans l'analyse de morphométrie géométrique : 1) extrémité du tubercule symphysaire; 2) base des dents sur la mandibule; 3) épine préoculaire; 4) épine occipitale ou pariétale; 5) point d'insertion antérieur de la nageoire dorsale; 6) base postérieure du quatrième rayon dur de la nageoire dorsale; 7) base postérieure du dernier rayon dur de la nageoire dorsale; 8) point d'insertion postérieur de la nageoire dorsale; 9) point d'insertion supérieur de la nageoire caudale; 10) extrémité postérieure de la ligne latérale; 11) point d'insertion inférieur de la nageoire caudale; 12) point d'insertion postérieur de la nageoire anale; 13) point d'insertion antérieur de la nageoire anale; 14) point d'insertion postérieur de la nageoire pelvienne; 15) point d'insertion antérieur de la nageoire pelvienne; 16) extrémité inférieure de la ceinture scapulaire; 17) extrémité postérieure de la mandibule; 18) point d'insertion inférieur du tubercule symphysaire.

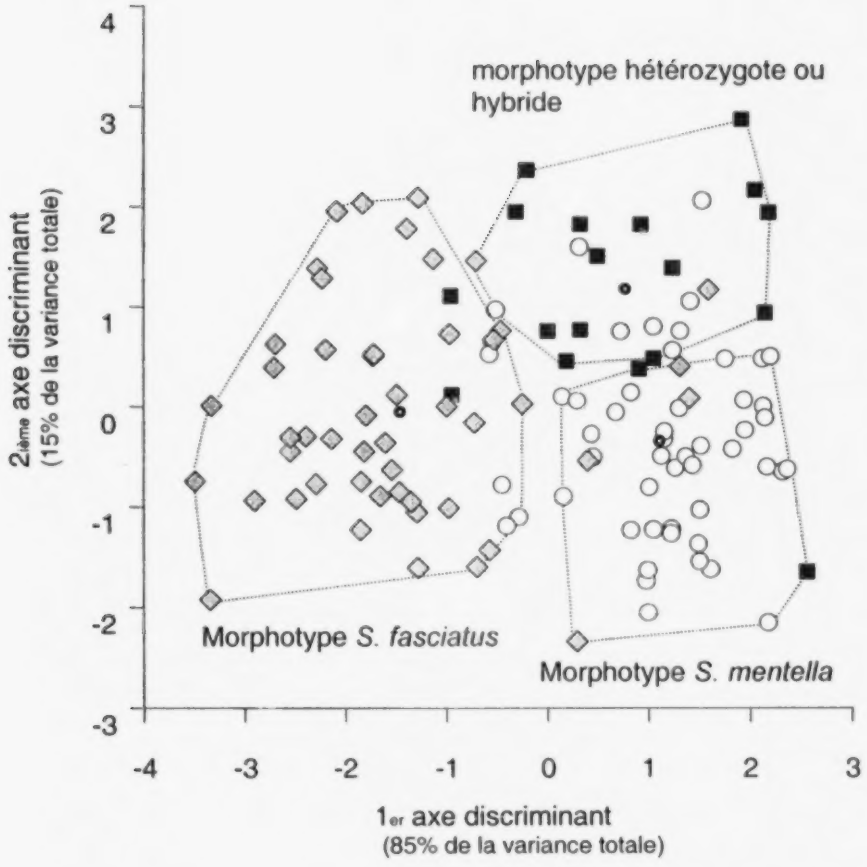

Figure 2.15. Coordonnées des spécimens de *S. mentella* (○), de *S. fasciatus* (◇) et de sébastes hétérozygotes (■) par rapport aux deux fonctions discriminantes déterminées à partir des données morphométriques. Le symbole ⊙ indique les coordonnées de la forme moyenne du corps de chaque génotype.

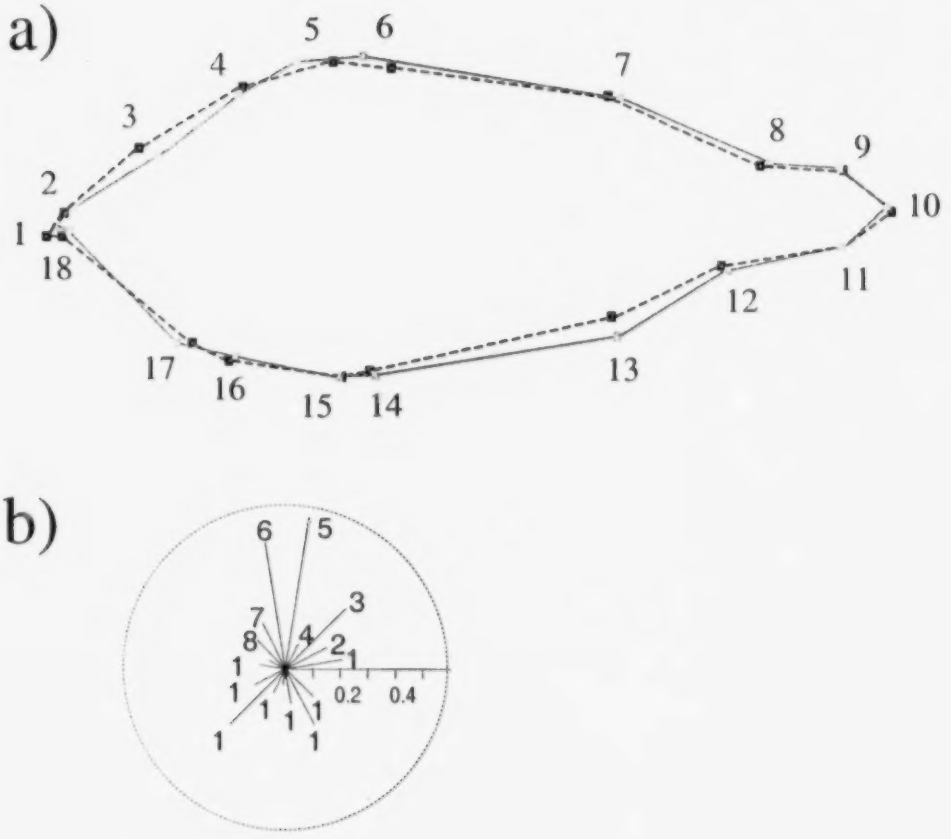

Figure 2.16. **A)** Contour moyen des 52 spécimens de *S. mentella* (------) et des 49 spécimens de *S. fasciatus* (——) après normalisation de la taille et superposition procrustes; **B)** Diagramme polaire qui montre l'écart, à chaque point de repère, entre le contour moyen de *S. mentella* et celui de *S. fasciatus*.

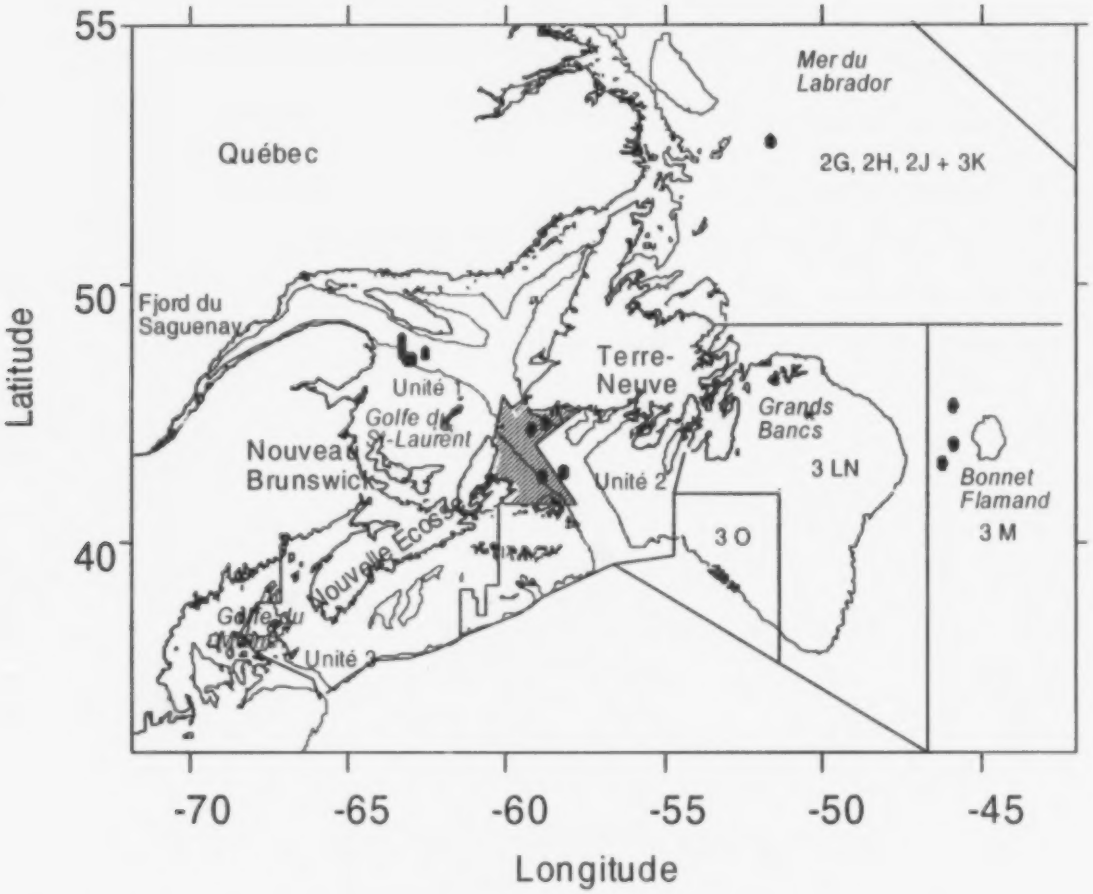

Figure 2.17. Carte de l'Atlantique Nord-Ouest qui montre les sites d'échantillonnage pour l'étude des parasites. La zone de chevauchement (sous-divisions 3Pn et 4Vn) est indiquée par des hachures.

III. MEILLEURES MÉTHODES D'ÉVALUATION ET DE GESTION DES STOCKS

3. Protocoles normalisés d'échantillonnage et d'analyse des données sur le sébaste des unités de gestion 1, 2 et 3 et de la division 3O de l'OPANO

Robert M. Branton[1], Bernard Morin[2], Don Power[3] et Jean-Marie Sévigny[2]

[1]Ministère des Pêches et des Océans
Institut océanographique de Bedford
C. P. 1006, Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 7A2
Canada

[2]Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4
Canada

[3]Ministère des Pêches et des Océans
Centre des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest
C. P. 5667, St John's (Terre-Neuve) A1C 5X1
Canada

3.1 Introduction

Ce projet a été mené par les biologistes et les techniciens des trois laboratoires de recherche du MPO responsables de l'évaluation continue du sébaste des unités de gestion 1, 2 et 3 et de la division 3O de l'OPANO. Ses principaux faits marquants sont présentés au Tableau 3.1.

3.2 Résultats

Description des données

Avant la mise en vigueur du programme hautement prioritaire de recherche sur le sébaste, les pratiques courantes régissant les relevés du MPO dans certaines régions n'exigeaient que la consignation du sexe, de la longueur et du poids des spécimens prélevés. Divers autres renseignements ont été recueillis dans le cadre du programme élargi, soit le nombre de rayons mous de la nageoire anale (AFC), la musculature extrinsèque de la vessie natatoire (EGM), la composition allélique au locus de la malate déshydrogénase (MDH), l'âge et le stade de maturité (Tableau 3.2).

Répartition géographique des espèces

Les échantillons prélevés dans les unités de gestion 1 et 2 se composaient de *S. mentella*, de *S. fasciatus* et d'hybrides (Figure 3.1). Ceux prélevés dans l'unité 3 étaient principalement constitués de *S. fasciatus*, seuls quelques spécimens de *S. mentella* y étant présents (absence d'hybrides), alors que ceux prélevés dans la division 3O de l'OPANO comportaient surtout des spécimens de *S. mentella* et de *S. fasciatus*, seuls quelques individus hybrides y ayant été capturés.

Longueur selon l'âge

Comme il est impossible de distinguer *S. mentella* des hybrides d'après la longueur observée selon l'âge (Figure 3.2), les comparaisons de *S. fasciatus* à *S. mentella* s'appliquent également aux hybrides. Dans l'ensemble, le sébaste est d'une même longueur à un âge donné, indépendamment du sexe et de l'espèce, jusqu'à l'âge de 10 ans (25 cm), après quoi les femelles sont plus longues à un âge donné que les mâles de la même espèce. *S. fasciatus* est plus petit que *S. mentella* du même âge et du même sexe.

S. mentella atteint environ la même longueur que *S. fasciatus* du même âge et du même sexe fréquentant les mêmes eaux. *S. mentella* de l'unité 1, du secteur détroit de Cabot de l'unité 2 et du secteur sud des Grands Bancs est plus âgé et donc plus gros que *S. fasciatus* qui y est retrouvé. *S. fasciatus* des bassins de le plateau Scotian et du secteur sud des Grands Bancs ne devient pas aussi gros que celui retrouvé ailleurs.

Des individus d'âge 16 ont été prélevés dans les échantillons provenant des unités 1 et 2 aux fins de l'étude statistique des différences de longueur selon l'unité de gestion, l'espèce et le sexe. Les différences selon le sexe (1,2 cm) et entre *S. mentella* et *S. fasciatus* (1,8 cm) étaient significatives, mais pas dans le cas des unités de gestion. Les interactions n'étaient pas significatives.

Âge et longueur selon le stade de maturité

Indépendamment de l'espèce, les mâles atteignent la maturité de un à deux ans plus tôt que les femelles, alors que les individus de *S. fasciatus* d'un sexe donné l'atteignent de un à deux ans plus tôt que les individus de *S. mentella* du même sexe (Figure 3.3). Sans égard à l'espèce, les mâles atteignent la maturité à une longueur de 3 à 5 cm inférieure à celle des femelles, alors que les individus de *S. fasciatus* d'un sexe donné y parviennent à une longueur inférieure de 1 à 3 cm de celle des individus de *S. mentella* du même sexe (Figure 3.4). Les mâles de *S. fasciatus* arrivent à maturité à un plus jeune âge et à une plus petite longueur que les femelles de *S. fasciatus* et les mâles et les femelles de *S. mentella*.

Études antérieures

Ni et Sandman (1984) ont examiné la longueur du sébaste selon le stade de maturité à la lumière des données portant sur l'ensemble de l'Atlantique Nord-Ouest, recueillies entre 1957 et 1969. Les sites d'échantillonnage étaient principalement situés le long des pentes continentales. Les analyses portaient sur deux groupes : *S. marinus* et l'ensemble

S. mentella - *S. fasciatus*. Mayo *et al.* (1990) ont calculé les stades de maturité de *S. fasciatus* à partir de données recueillies dans la région du banc Georges et du golfe du Maine entre 1975 et 1980. Les deux études ont révélé des variations géographiques mais, en général, les femelles matures étaient plus grosses que les mâles. De plus, Ni et Sandeman (1984) ont noté que les femelles matures de *S. marinus* étaient plus grosses que celles du groupe *S. mentella* - *S. fasciatus*, tandis que, chez les mâles, il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes. Les données issues de la présente étude couvrent les bassins de le plateau Scotian, qui n'ont pas été échantillonnés lors des deux études antérieures, ce qui permet de comparer *S. fasciatus* à *S. mentella*. Une comparaison des résultats des trois études est en cours.

3.3 Conclusions

Le MPO a élaboré des protocoles d'échantillonnage normalisés à l'échelle interrégionale pour les relevés du sébaste et les a utilisés avec succès lors des relevés qu'il a effectués de 1996 à 1998. Mais il ne sera peut-être pas nécessaire de continuer à les utiliser systématiquement dans toutes les unités de gestion. Par exemple, comme l'unité 3 est fréquentée presque uniquement par *S. fasciatus*, il est clairement inutile de continuer à se servir de ces protocoles dans ce secteur.

Les données et les nouvelles connaissances acquises grâce à ces protocoles permettront de régler diverses questions pendantes, soit : la pertinence des limites actuelles des unités de gestion, une évaluation de l'approche plurispécifique de la gestion du sébaste et l'élaboration de modèles du rendement par recrue, qui serviront d'assises à de meilleures stratégies de gestion.

Tableau 3.1. Évènement importants du projet sur les protocoles interrégionaux normalisés des relevés du sébaste dans les unités de gestion 1, 2 et 3 et la division 3O de l'OPANO.

1995	Tenue d'un atelier de travail sur la stratégie d'échantillonnage du sébaste dans la zone de l'Atlantique à l'Institut Océanographique de Bedford (IOB)
1996	Préparation du Guide d'échantillonnage pour les relevés du sébaste à l'IOB
1996-1998	Échantillonnage accru par les trois Régions pendant 14 relevés : - 6 000 autres échantillons prélevés - 4 000 échantillons de tissus analysés à l'Institut Maurice-Lamontagne (IML) - 2 000 otolithes lus au Centre des Pêches de l'Atlantique du Nord-Ouest (CPANO)
1999	Unification et analyse des données à l'IOB

Tableau 3.2. Nombre d'échantillons de sébaste prélevés par unité de gestion et type d'échantillons. Espèces : nombre d'individus de chaque espèce ayant été identifiés d'après le nombre de rayons de la nageoire anale, la musculature extrinsèque de la vessie natatoire ou la combinaison allélique au locus de la MDH. Âge : nombre d'individus dont l'âge a été déterminé. Maturité : nombre d'individus dont le stade de maturité a été établi.

Unité de gestion	**Espèce**	**Espèce et âge**	**Espèce, âge et maturité**
Unité 1	1 430	500	434
Unité 2	1 822	1 016	983
Unité 3	608	544	336
Division 3O	84	84	84
Total	3 944	2 144	1 837

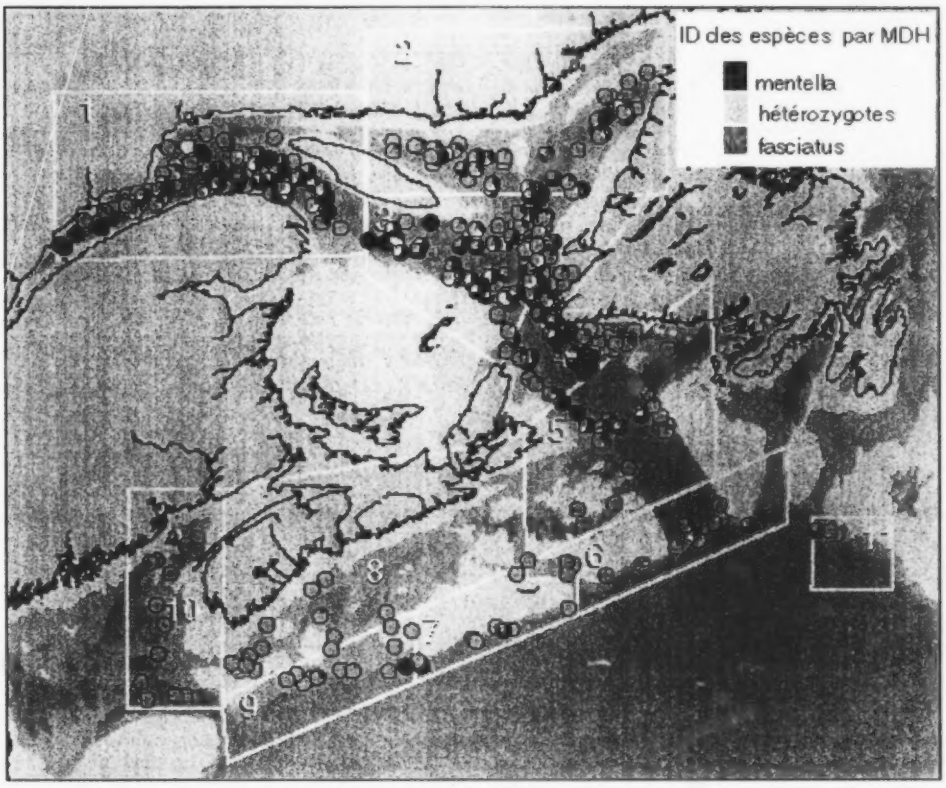

Figure 3.1 Répartition géographique de *S. fasciatus* et de *S. mentella* reposant sur la distribution des trois génotypes décelés au locus *MDH** dans les unités de gestion 1 et 2.

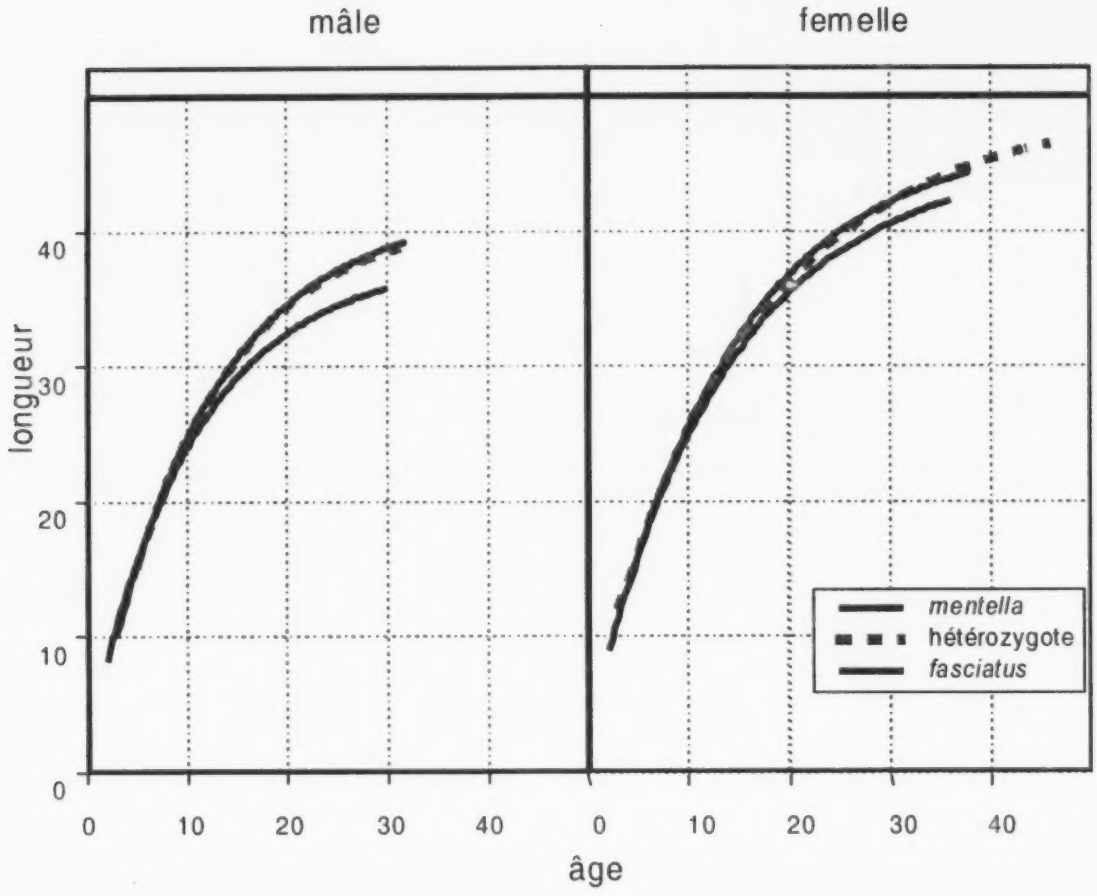

Figure 3.2. Longueur du sébaste par âge selon le sexe et l'espèce, telle qu'indiquée par la variabilité au locus *MDH**.

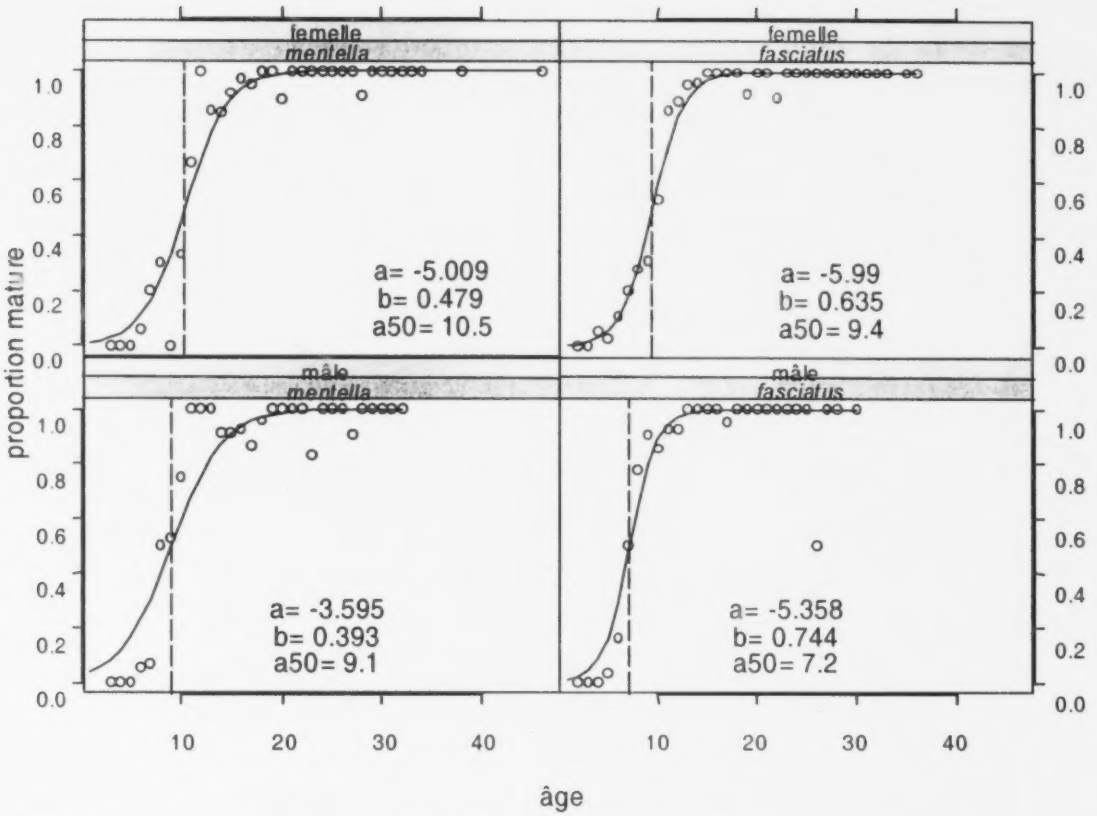

Figure 3.3. Stade de maturité du sébaste par âge selon le sexe et l'espèce.

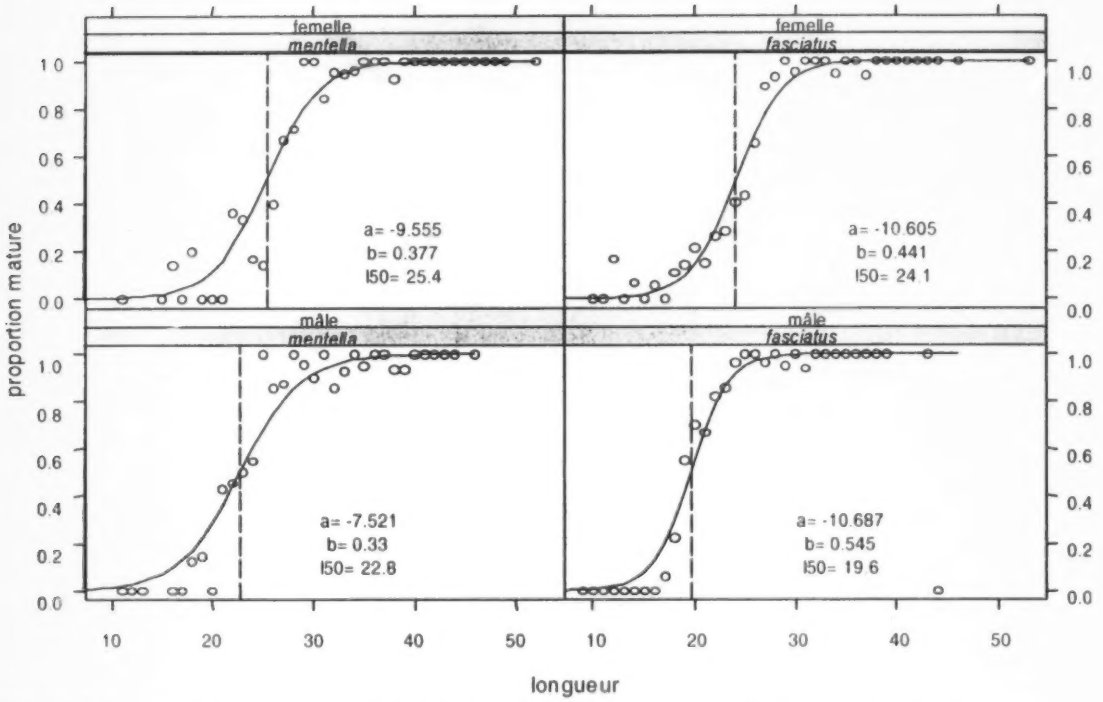

Figure 3.4. Stade de maturité du sébaste par longueur selon le sexe et l'espèce.

4. Analyse rétrospective de la distribution des prises de sébaste : déductions sur les migrations du sébaste par analyse des renseignements des journaux de pêche commerciale dans les unités de gestion 1 à 3 de 1988 à 1992

Don Power

Ministère des Pêches et des Océans
Centre des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest
C. P. 5667
St John's (Terre-Neuve) A1C 5X1
Canada

4.1 Introduction

Avant 1993, la gestion du sébaste était faite suivant trois grandes unités de gestion : la division 3P, les divisions 4RST et les divisions 4VWX de l'OPANO. En 1989, la remise en question de leur intégrité à titre de zones de gestion distinctes a entraîné un examen des données et des études publiées pertinentes. Cet examen a mené à l'établissement de nouvelles unités de gestion mieux justifiées au plan biologique que les anciennes unités (voir CAFSAC, 1991; Atkinson et Power, 1990; 1991).

Une des analyses ayant contribué à la révision des limites des unités de gestion reposait sur la distribution des taux de capture commerciale. Le premier examen de ces taux a ciblé les renseignements tirés des bases de données régionales recueillies par les observateurs de 1981 à 1990 (Atkinson et Power, 1991). Les données supportaient les hypothèses traditionnelles selon lesquelles le sébaste migrait dans le détroit de Cabot en hiver et revenait au printemps. L'analyse récente de Morin. *et al.* (1994) reposait sur les données sur les prises et l'effort pour la période 1990-1993 tirées des bases de données régionales des directions des statistiques du MPO (Régions des Maritimes et du Québec), enrichies des données des observateurs de la Région de Terre-Neuve. Elle appuyait les résultats d'Atkinson et Power (1991) et semblait en outre indiquer, avec une certaine circonspection, que la migration du sébaste dans le détroit de Cabot (partie sud de 4RS, partie nord de 3Pn4Vn) avait lieu aussi tôt que novembre.

Dans le cadre du Programme de recherche multidisciplinaire sur le sébaste, une base de données a été constituée à partir des données des journaux de bord de la Région de Terre-Neuve, ce qui a permis de réviser la distribution des taux de capture en regard de ces données.

4.2 Matériel et méthodes

Les données de chaque trait de chalut ont été extraites des journaux de bord transmis à la Région de Terre-Neuve de 1985 à 1992. Le même type d'information a aussi été obtenu pour la Région du Golfe (1985-1993), la Région du Québec (1989-1994) et la Région des Maritimes (1988-1998). Bien que les coordonnées des lieux de capture ne sont disponibles pour toutes les régions qu'à partir de 1993, on a toutefois décidé de n'utiliser que les données pour la période 1988-1992 parce que celle-ci (1) précède l'adoption des nouvelles unités de gestion et (2) est le seul moment où les diverses bases de données se chevauchent. La seule exception est l'élimination des données de la Région du Québec pour 1990, car elles ne comportaient pas de coordonnées des lieux de capture.

Les données des Régions du Golfe et du Québec ont été réparties par quadrilatère de 10 minutes de latitude par 10 minutes de longitude. Les données pour les Maritimes et Terre-Neuve ont été recodées selon cette grille. Toutes les séries de données étaient uniformes, contenant de l'information tant sur les pêches dirigées que sur les pêches ayant donné lieu à des prises accessoires de sébaste. Les données ont été cumulées selon leur quadrilatère et la semaine pour toutes les années, et un taux de capture calculé à partir de l'effort, exprimé en heures de pêche. Seules les pêches au chalut à panneaux ont été considérées. Les données ont été rapportées sur une carte sous formes de cercles représentatifs à l'aide du logiciel ACON (Black, 2001), selon la semaine et la position du quadrilatère. En raison de la variabilité des taux de capture par grille et par semaine, les données ont été regroupées en catégories. Le diamètre des cercles est proportionnel à la médiane de la catégorie.

4.3 Résultats

Les données des journaux de bord représentent environ 72 % du total des débarquements. Étant donné qu'elles couvrent la période allant de 1988 à 1992, on pense que les migrations générales qu'elles laissent supposer concernaient principalement les classes d'âge 1980 relativement abondantes dans les unités 1 et 2. On peut faire les généralisations suivantes à partir des taux de capture calculés par semaine et par quadrilatère (Figure 4.1 à Figure 4.9) :

Des concentrations denses étaient présentes dans le détroit de Cabot (Figure 4.1) à partir d'environ le point d'intersection des divisions 4RST, jusque dans la sous-division 3Pn et, dans une certaine mesure, dans la partie nord-est de 4Vn. Elles y restaient généralement jusqu'à peu près la mi-avril. Elles avaient tendance à s'éloigner de l'embouchure du Golfe vers la mi-février (Figure 4.2).

À peu près au début d'avril, elles semblaient se rendre dans 4Vn et retourner à l'embouchure du Golfe. Environ au même moment, la densité dans le chenal de 4Vs, dans le voisinage immédiat de 4Vn, augmentait. Dès le 1er mai, des concentrations denses étaient présentes dans cette région (Figure 4.3).

Vers la fin d'avril, les bancs de sébaste retrouvés dans le détroit de Cabot avaient pénétré plus loin dans le Golfe et, bien que moins denses qu'en janvier, ils occupaient environ les mêmes eaux (Figure 4.3).

À la mi-mai, il y avait une concentration au point d'intersection des divisions 4RST et une autre au nord-ouest, dans la division 4S, mais la concentration qui était relativement la plus importante fréquentait le chenal de 4Vs. Elle s'était dispersée dès la fin de juin (Figure 4.4).

Bien que les prises aient été réparties à l'échelle du Golfe pendant l'été, les taux de capture régulièrement les plus élevés ont été réalisés en eaux profondes au sud-est de l'île d'Anticosti, à la limite de 4RS, à environ 49° de latitude nord. Cette tendance s'est maintenue jusqu'au début de septembre. Sauf pour quelques endroits le long des pentes, la densité du sébaste dans les eaux québécoises du chenal était relativement moins élevée, quoique stable, en comparaison au Golfe (Figure 4.5 et Figure 4.6).

Vers la mi-septembre, une agrégation semblait se former dans la partie sud de 3Pn, à proximité du banc Burgeo. Elle y est resté jusqu'à la troisième semaine d'octobre, puis a disparu. La concentration dans 4RS a séjourné à peu près dans la même région jusqu'à environ la mi-octobre (Figure 4.7).

La concentration dans 4RS semblait s'être déplacé plus vers le sud à la mi-novembre, entrant dans les eaux de 3Pn et 4Vn. Elle est demeuré relativement dans la même région jusqu'à la fin de décembre (Figure 4.8 et Figure 4.9).

L'ensemble des données sur l'effort (Figure 4.10) et les prises (Figure 4.11) pour 1988-1992 ont aussi été cartographiées par quadrilatère. La tendance a généralement révélé que la plus grande partie de l'effort a été déployée à des profondeurs supérieures à 300 m. Il est en outre évident que les eaux de plus de 300 m de profondeur de la partie sud de 4R3Pn, qui constituent environ $^1/_6$ de la superficie totale des eaux de plus de 300 m de profondeur dans les unités 1 et 2, avaient été la scène du plus grand niveau d'effort et avaient donné la plus grande partie des prises, d'après les données des journaux de bord, qui représentent 72 % des débarquements.

4.4 Conclusions

Les données des journaux de bord supportent les résultats d'analyses antérieures des migrations du sébaste, du Golfe vers le détroit de Cabot. Elles semblent en outre indiquer que ces migrations ont commencé, du moins en moyenne au cours de la période 1988-1992, à la mi-novembre en direction du sud et à la mi-avril en direction du nord. Ces migrations ont plus vraisemblablement eu lieu entre novembre et mai. Ces données indiquent aussi clairement que les sébastes se regroupent pour former une concentration de plus en plus dense à la limite de 4Vn et 4Vs tout au long d'avril environ en même temps que la migration vers le nord en direction du Golfe. Cette concentration persiste à une

densité élevée jusqu'à la fin de juin. À cause du manque de données en général pour la partie de 3Ps au sud du chenal Hermitage, ses déplacements ultérieurs sont difficiles à établir, mais ils ne semblent pas faire partie de la migration vers le Golfe. Une autre agrégation se forme aussi à la limite de 3Pn et 3Ps à la mi-septembre; il se disperse dès la mi-octobre, soit juste avant la migration vers le sud en direction du détroit de Cabot. À nouveau, ces observations sont difficiles à interpréter.

4.5 Remerciements

L'auteur désire remercier G. Poirier (Sciences, Région du Golfe), B. Morin (Sciences, Région du Québec) et P.R. Smith (Statistiques, Région des Maritimes) pour lui avoir fourni les séries de données des journaux de bord et des conseils sur leur utilisation.

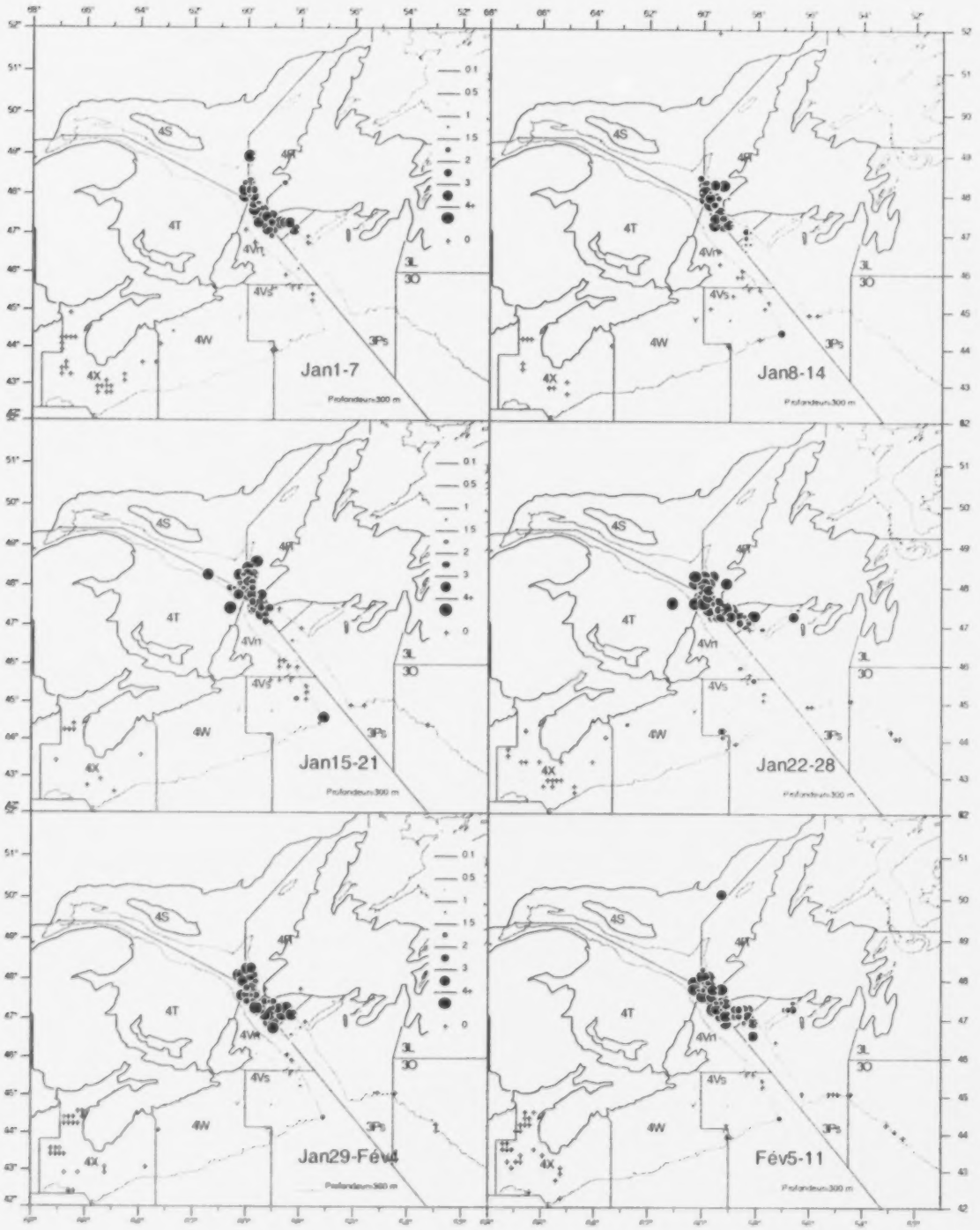

Figure 4.1. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10'.

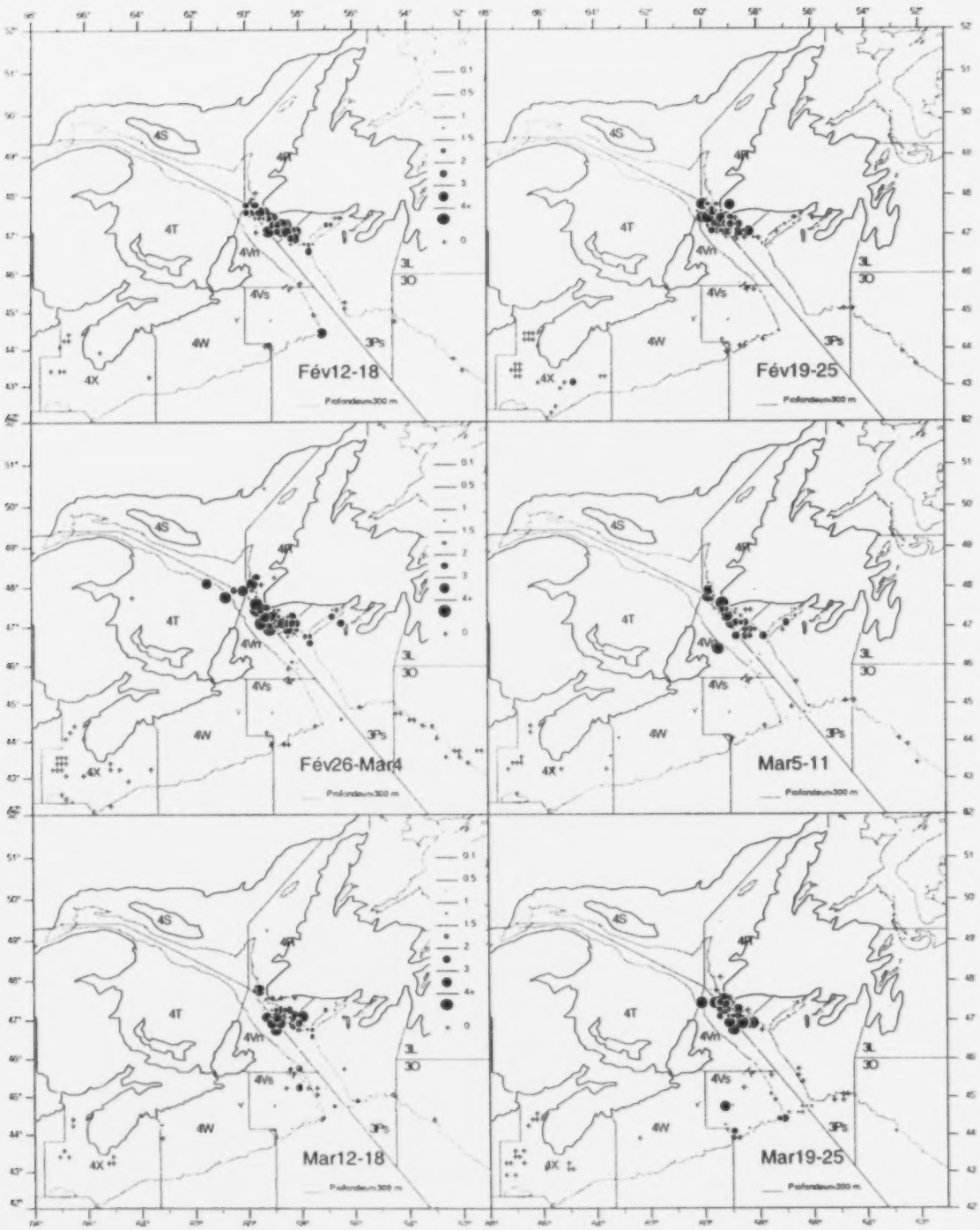

Figure 4.2. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10' (suite).

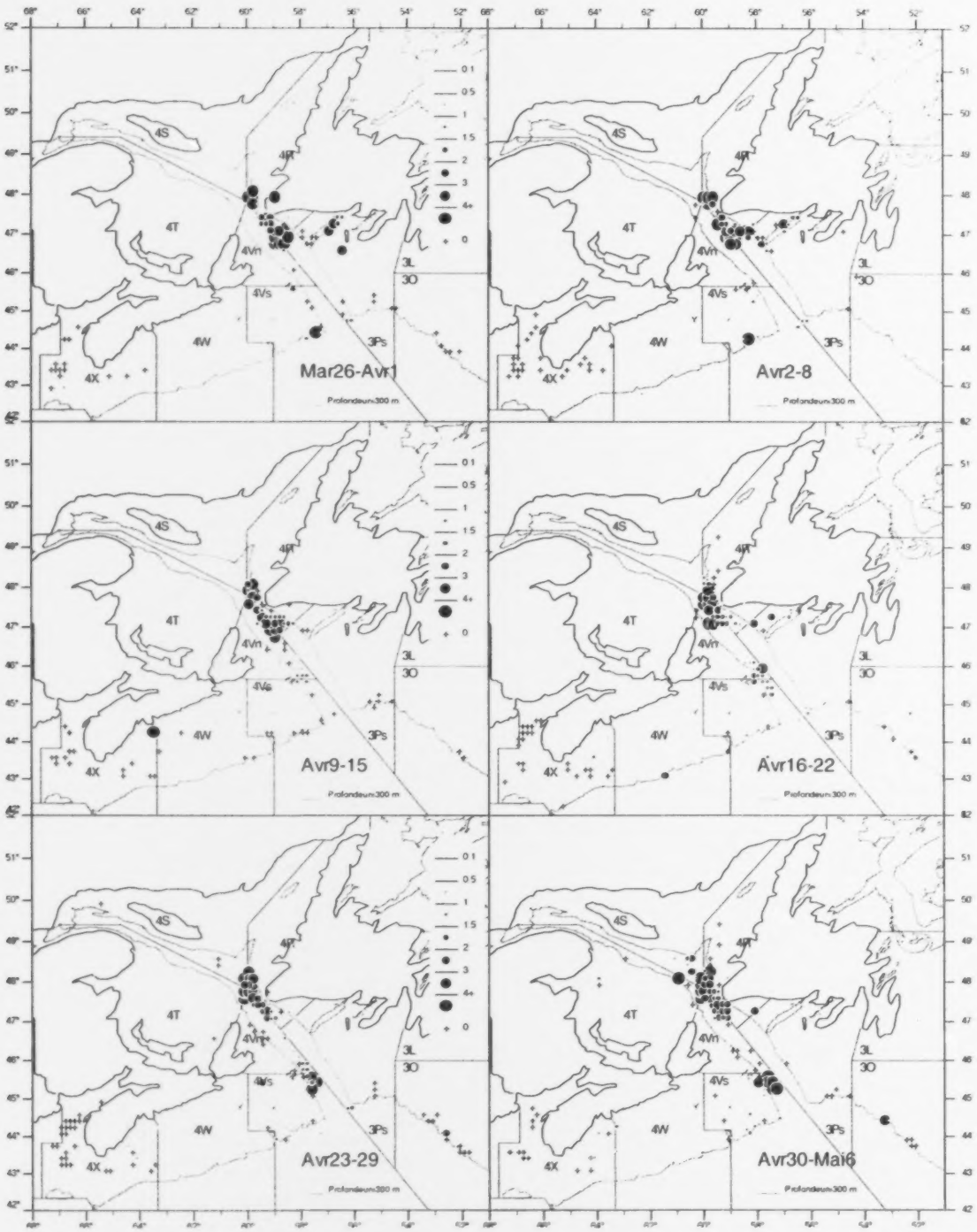

Figure 4.3. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10' (suite).

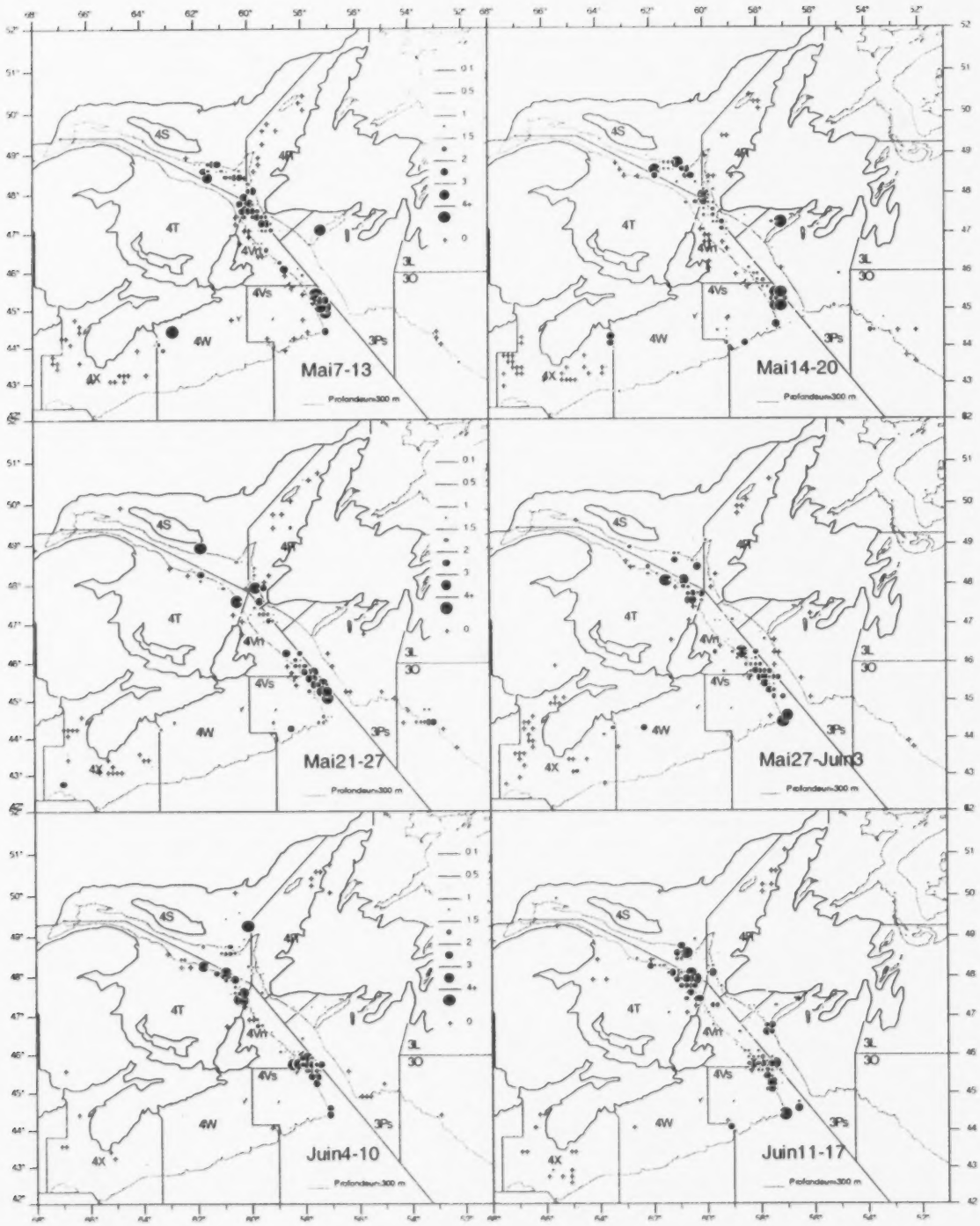

Figure 4.4. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10' (suite).

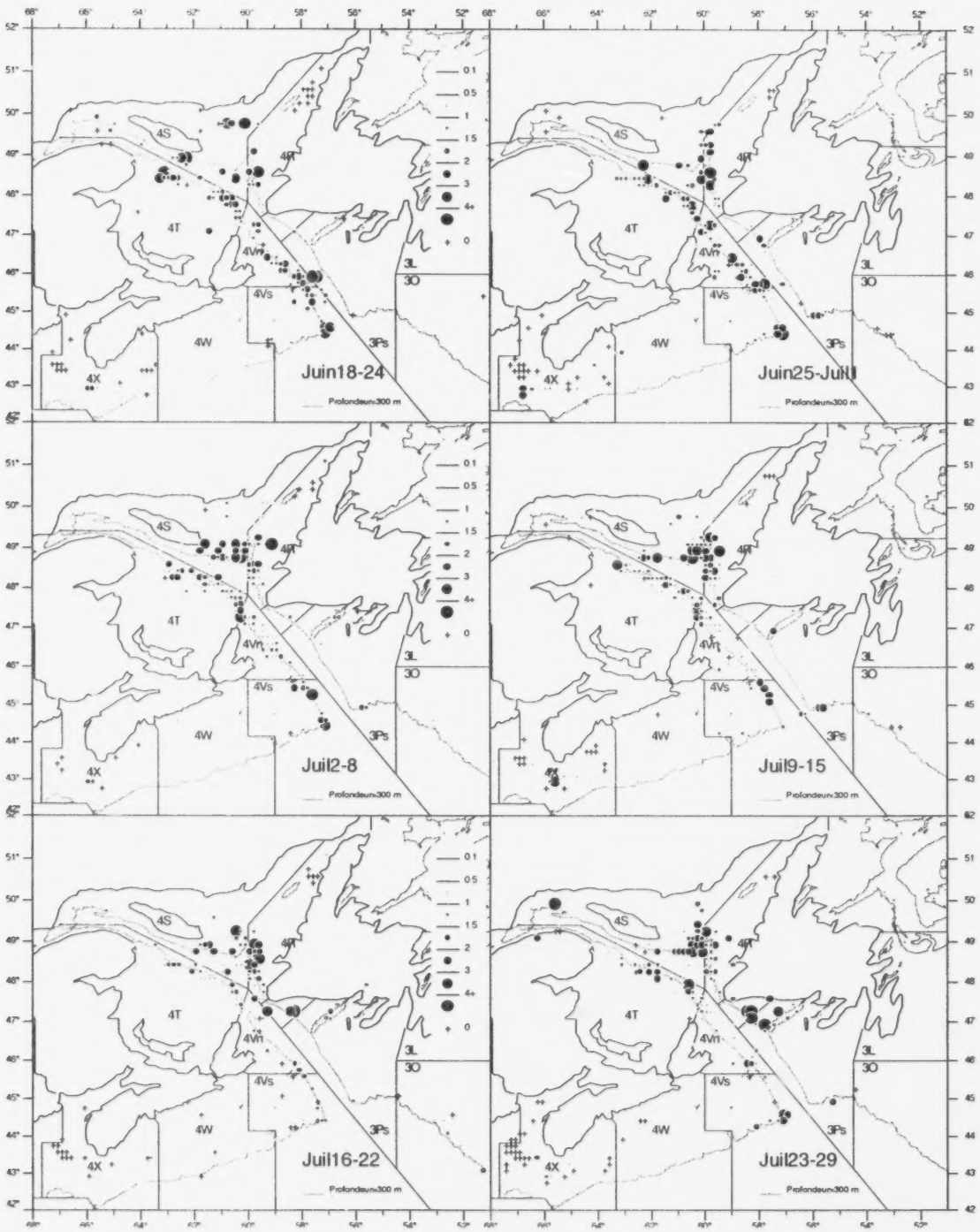

Figure 4.5. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10' (suite).

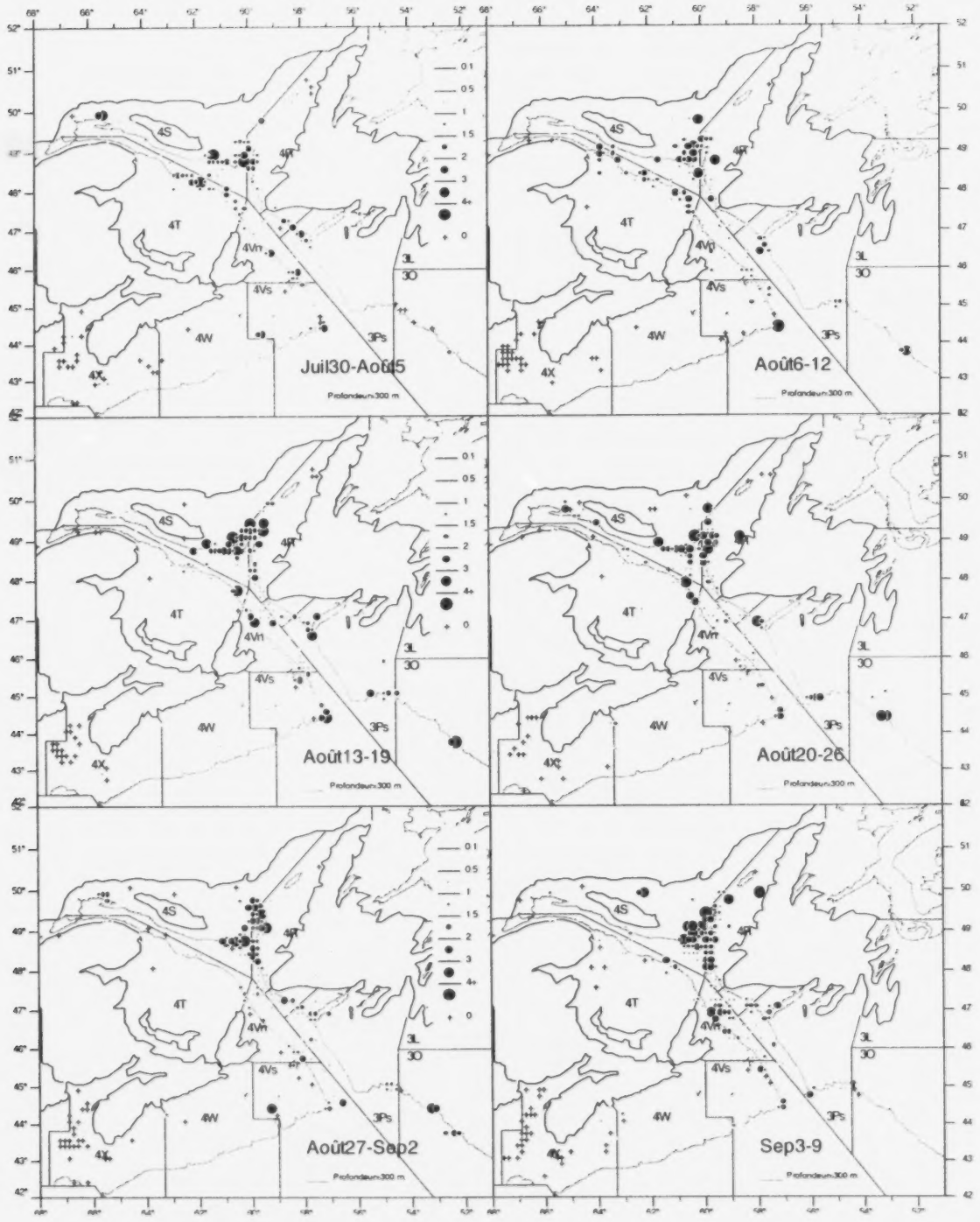

Figure 4.6. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10' (suite).

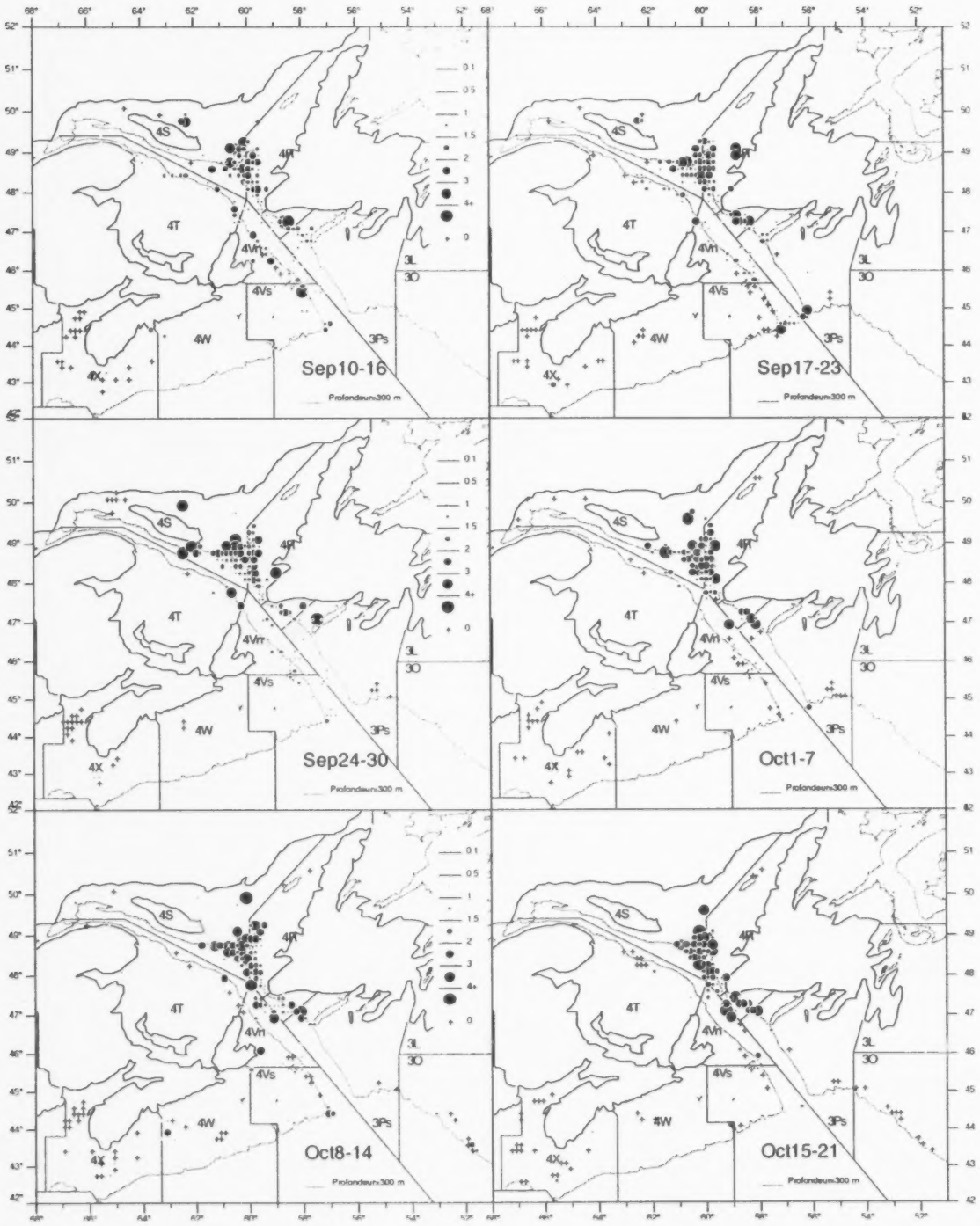

Figure 4.7. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10' (suite).

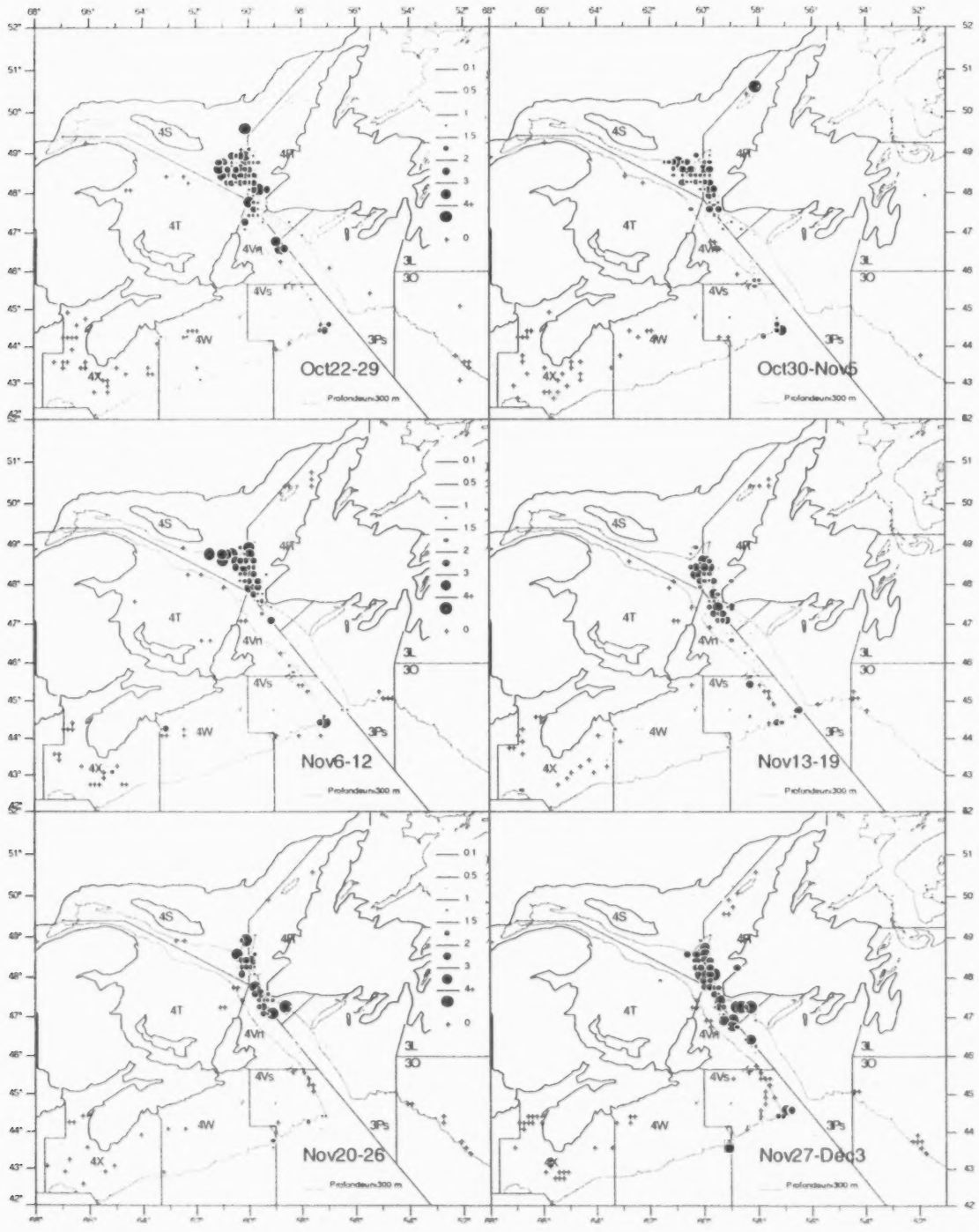

Figure 4.8. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10' (suite).

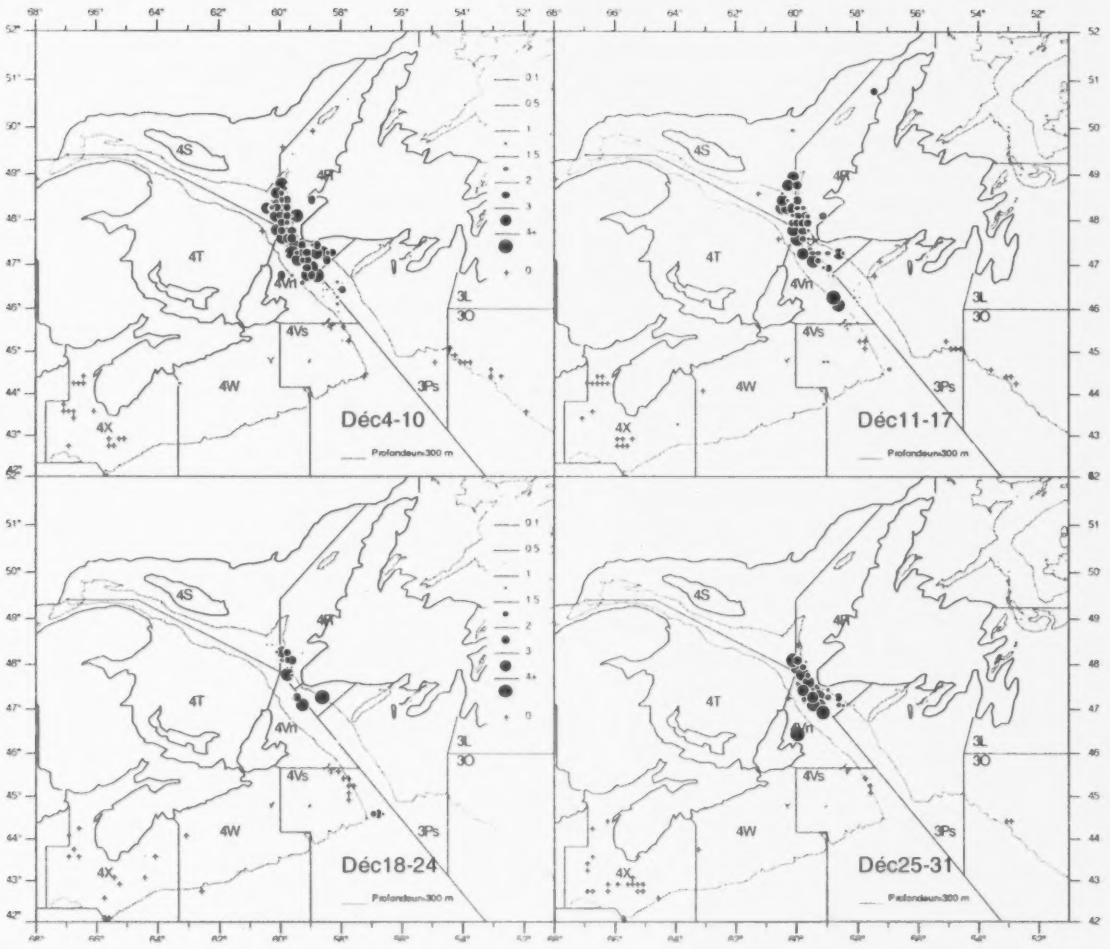

Figure 4.9. Distribution des taux de capture du sébaste (tonnes/heure) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10' (suite).

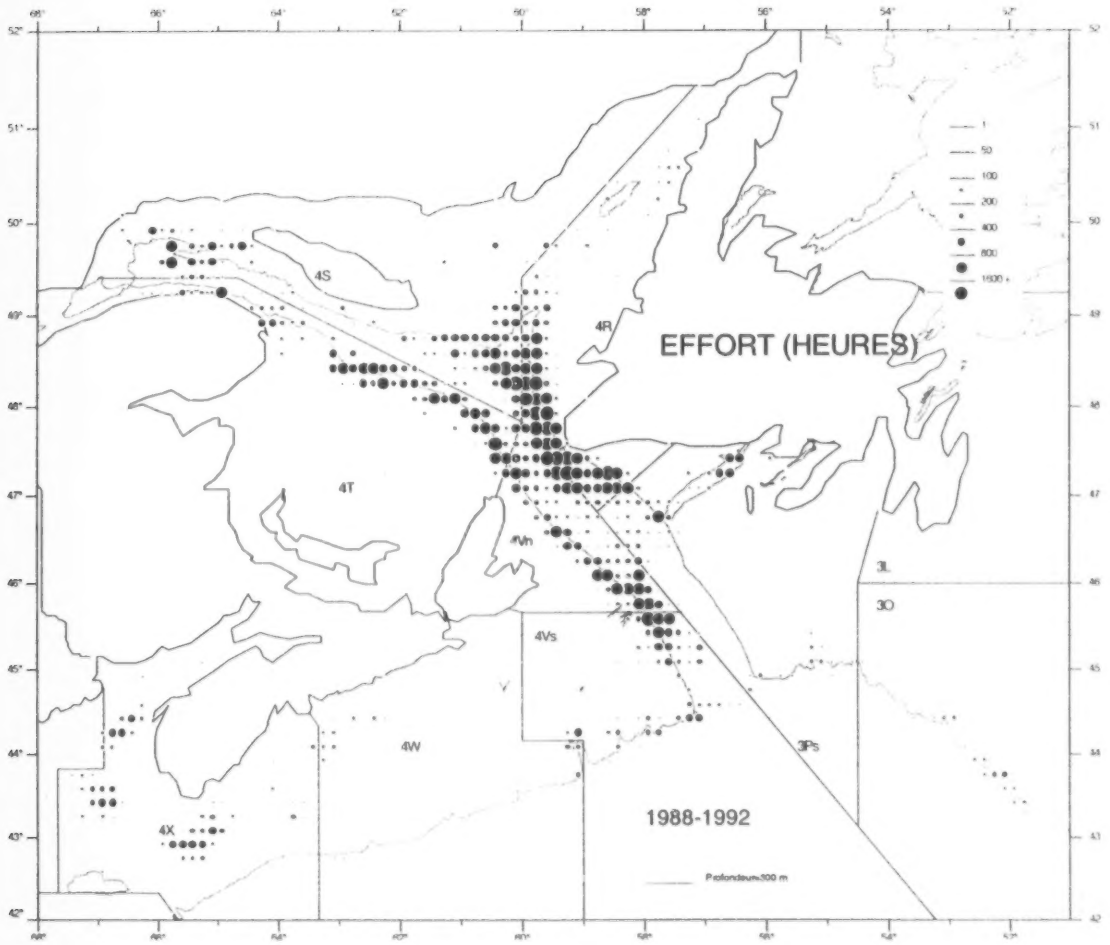

Figure 4.10. Distribution de l'effort de pêche du sébaste (heures de pêche) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10'.

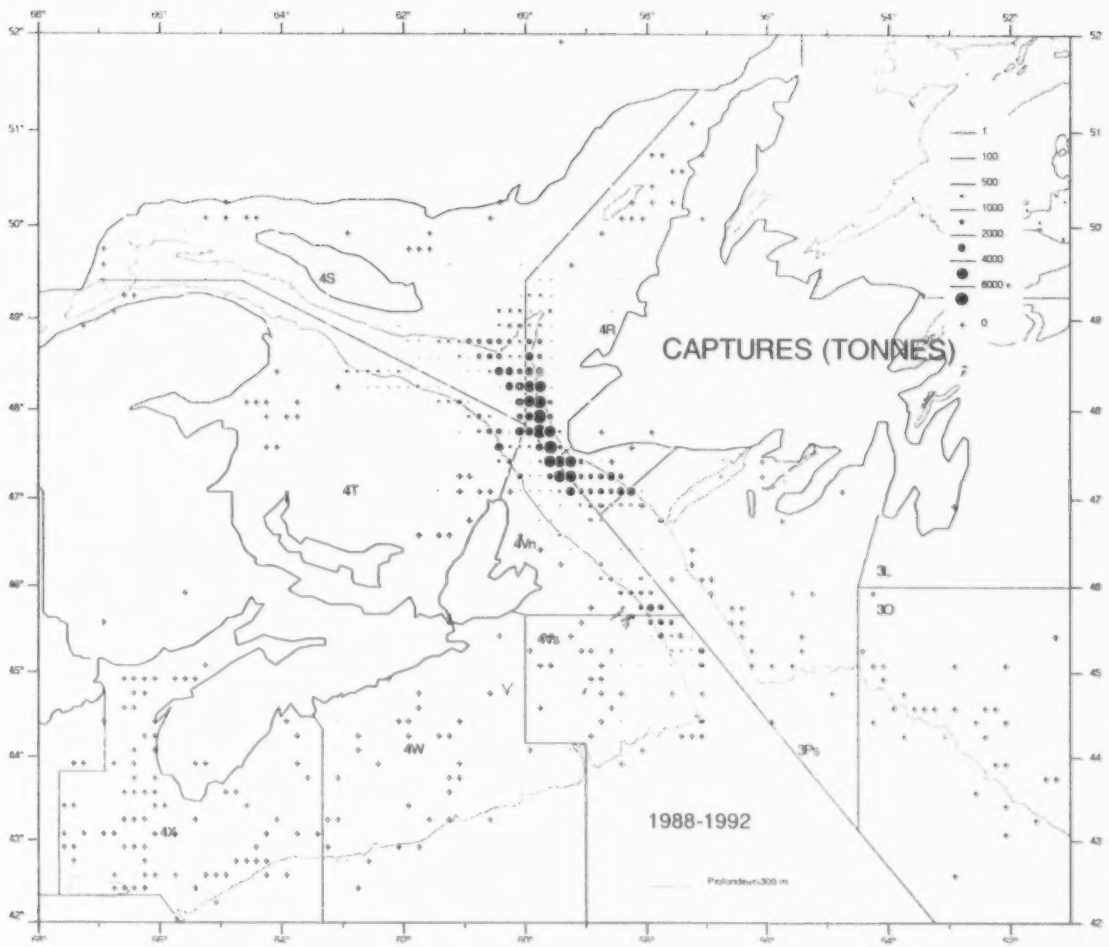

Figure 4.11. Distribution des prises de sébaste (en tonnes) d'après les données des journaux de pêche commerciale pour 1988-1992, résumées par quadrilatère de 10' x 10'.

IV. RÉPARTITION DU SÉBASTE EN RELATION AVEC LES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

5. Préférences de température et tolérance à la température chez les larves et les adultes de *S. fasciatus* et de *S. mentella*

Jean-Denis Dutil, Yvan Lambert, Richard Larocque et Jean-Marie Sévigny

Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4
Canada

Des expériences de laboratoire sur les température préférées et tolérées par le sébaste au stade larvaire, juvénile et adulte ont été menées en 1996 et 1997. Elles ont porté sur des spécimens prélevés dans l'estuaire du Saint-Laurent en plongée autonome ou dans le cadre de l'un des relevés de recherche. Voir le chapitre 10 pour un compte rendu détaillé des relevés et des spécimens recueillis par notre équipe. Une partie des résultats de nos expériences de laboratoire sont exposés ci-après. Des conclusions définitives ne seront tirées que lorsque tous les échantillons auront été examinés et des analyses statistiques menées.

5.1 Tolérance des larves de *S. fasciatus* à la température

Chargé de projet : J.-D. Dutil

Des sébastes ont été capturés au chalut en mai et juin, en 1996 et 1997, dans le golfe du Saint-Laurent et des larves de *S. fasciatus* prélevées de femelles gravides. L'espèce a été confirmée par analyse électrophorétique de la MDH sur 50 % et 100 % des femelles capturées respectivement en 1996 et 1997. Ces femelles se sont révélées homozygotes. Les larves prélevées de chaque femelle ont été gardées à 8 °C dans des bacs individuels jusqu'au lendemain. Elles n'ont pas été nourries pendant l'expérience. Une épreuve normalisée de survie à une exposition directe de 96 heures a servi à établir leur tolérance à six températures, s'étalant entre 0 et 20 °C. Deux bocaux de 1 L contenant 200 larves chacun ont été utilisés à chacune des températures expérimentales. Les larves restantes ont été gardées à 8 °C et n'ont pas été nourries pendant 96 heures, puis elles ont été assujetties au même protocole. Aucune larve de *S. mentella* n'était disponible.

Les larves de *S. fasciatus* ont toléré une vaste gamme de températures de l'eau (Tableau 5.1). Un certain nombre sont mortes à toutes les températures expérimentales, le taux de mortalité sur une période de quatre jours (18 %) étant moindre entre 2 et 10 °C. Ce dernier a augmenté d'à peu près 10 % entre 10 et 14 °C. À des températures plus élevées, la plupart des larves sont mortes. Un certain nombre ont survécu à quatre jours

d'exposition à des températures aussi élevées que 18 à 20 °C. Les taux de survie obtenus en 1996 étaient plus faibles qu'en 1997, tandis que la privation de nourriture pendant quatre jours n'avait aucune incidence majeure sur les résultats, en particulier en 1997.

Les taux de mortalité semblables des larves nouveau-nées et des larves à jeun aux températures élevées suggèrent que la plus forte mortalité à ces températures n'est pas imputable à l'épuisement des sources d'énergie. Nous avons mesuré la taille du globule lipidique et du sac vitellin, ainsi que la teneur en lipides et en protéines des larves issues de chaque femelle utilisées dans l'expérience de tolérance à la température (résultats non présentés). Ces résultats serviront à établir les coûts énergétiques du métabolisme basal et du métabolisme actif spontané en fonction du temps et de la température.

Fait intéressant, les larves de *S. fasciatus* survivaient moins bien aux très basses températures (Figure 5.1). En 1996, le taux de mortalité était plus élevé à 1,5-1,6 °C qu'à 4,2-4,3 °C chez les larves à jeun. En 1997, il a été supérieur aux basses températures extrêmes atteintes de 0,3-0,6 °C (26-27 %) qu'à 4,5° C (14 %), à la fois chez les larves nouveau-nées et les larves à jeun. Lorsque les larves naissent à la fin de mai et en juin, la température des eaux de surface varie entre 4 et 10 °C dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. *S. fasciatus* fréquente des eaux moins profondes que *S. mentella*, mais les femelles de *S. fasciatus* libèrent probablement leurs larves sous la couche intermédiaire froide (CIF), caractérisée par des températures internes s'approchant de 0 °C. Les larves doivent donc traverser la CIF pour atteindre les eaux de surface, moins froides. Nos résultats suggèrent que la CIF peut être à l'origine d'une augmentation significative de la mortalité des larves dans le golfe du Saint-Laurent. Le mécanisme exact entraînant la mort aux basses températures est inconnu, mais nous pouvons supposer que les capacités physiologiques des larves de *S. fasciatus* sont réduites à de basses températures, ce qui compromet leur capacité de nager et de traverser la CIF, en particulier les années où celle-ci est plus froide et plus épaisse.

Des œufs et des larves de *S. fasciatus* et de *S. mentella* ont aussi été prélevés dans le milieu naturel et leurs teneurs en protéines et en lipides, mesurées. Les résultats de ces prélèvements n'ont pas encore été analysés.

5.2 Préférences de température des adultes

Chargé de projet : Y. Lambert

Des sébastes vivants ont été capturés en eau relativement peu profonde (15 à 30 m) à l'aide de petits filets lors d'une série de plongées en scaphandre autonome dans l'estuaire du Saint-Laurent, près des Escoumins (47°21' N 69°23' O) en octobre 1996, mai 1997, novembre 1997 et novembre 1998. La description complète des procédures de plongée, des méthodes de capture, ainsi que de la décompression et du transport des spécimens a déjà été publiée (Larocque, 2000). Essentiellement, deux plongeurs munis de filets ont capturé des sébastes lors de plongées durant de 37 à 42 minutes et les ont placés dans de petites

cages (22,5 L), qu'ils ont laissées à une profondeur de 10 m avant de les ramener à la surface et de les transporter au laboratoire. Le séjour de 24 à 48 heures à cette profondeur visait à permettre aux poissons de rétablir leur capacité hydrostatique. Lorsqu'il n'y avait pas suffisamment de temps pour leur permettre la décompression, leur vessie natatoire a été dégonflée à l'aide d'une aiguille hypodermique. Les sébastes ont ensuite été transportés aux installations de stabulation dans une citerne isotherme de 1000 L remplie d'eau à 1 °C contenant l'anesthésique chlorure de métomidate. Un total de 249 sébastes ont été capturés lors des plongées. À la suite de l'amélioration des méthodes de prélèvement et des conditions d'élevage, très peu de poissons capturés lors des deux dernières séries de plongées sont morts (novembre 1997 et 1998). Nous disposions donc d'environ 120 spécimens pour mener les expériences en laboratoire sur les préférences de température. L'analyse électrophorétique de la MDH dans le foie chez les spécimens morts pendant le transport et la période d'acclimatation a révélé qu'ils étaient tous de l'espèce *S. fasciatus*, de là la supposition que tous les spécimens vivants appartenaient aussi à cette même espèce.

Les sébastes ont été gardés dans des bassins circulaires de 7,1 m^3 (3 m de diamètre, 1 m de profondeur) à des températures variant entre 4 et 6 °C. Peu d'entre eux sont morts pendant la période d'acclimatation (1 mois). Les poissons ont été nourris à satiété 2 ou 3 fois par semaine (selon la saison) avec du capelan et des crevettes. Des essais faisant appel à des bassins plus petits (bassins circulaires de 1 m de diamètre) ont révélé que les sébastes montraient des signes de stress, même à faible densité de charge (déplacements limités et perte d'appétit), lorsqu'ils sont confinés à des volumes d'eau plus faibles. Aucune mesure directe du taux de croissance n'a été prise, mais la gamme de longueurs des poissons gardés en captivité pendant deux ans révèle que la croissance est lente.

Les préférences de température du sébaste ont été établies dans un bassin d'eau à gradient thermique horizontal allant de 0 à 8 °C. Des détecteurs thermiques (23) installés à intervalles réguliers dans le bassin permettaient de mesurer la température; ils étaient reliés à un ordinateur, qui enregistrait les températures à des intervalles fixes. La position des sébastes dans le bassin a été saisie à l'aide d'une caméra vidéo reliée à un magnétoscope à expositions retardées synchronisé à l'ordinateur.

Deux expériences ont été menées, la première sur des poissons acclimatés à 2 °C et la deuxième, sur des poissons acclimatés à 6 °C. Deux groupes de 15 poissons de diverses tailles ont été mis à l'épreuve lors de chaque expérience. Les poissons du premier groupe mesuraient entre 15 et 22 cm de longueur (poids de 51 à 177 g) et ceux du deuxième groupe, plus gros, mesuraient entre 23 et 30 cm (poids de 154 à 466 g). Cinq poissons de chaque groupe de longueur ont été mis à l'épreuve dans un bassin de température uniforme afin d'établir s'ils privilégiaient un endroit particulier. Dix poissons de chaque groupe de longueur ont ensuite été mis indépendamment à l'épreuve dans un bassin à gradient thermique. Leur position a été notée à des intervalles de 5 minutes après 0-2 h, 5-7 h, 24-26 h, 28-30 h et 48-50 h.

Seuls les résultats préliminaires de l'expérience sur les sébastes acclimatés à 2 °C sont présentés, les enregistrements des poissons acclimatés à 6 °C n'ayant pas encore été analysés. Tous les poissons acclimatés à 2 °C placés dans le bassin à gradient thermique en ont exploré toutes les zones. Une forte proportion d'entre eux ont été observés à de basses températures. Le mode des distributions de fréquences de la température pour 75 % des sébastes se situait entre 0,5 et 2 °C. Les distributions de fréquences de la température pour les petits sébastes (de 15 à 22 cm) n'étaient pas différentes de celles obtenues pour les gros sébastes (de 23 à 30 cm). En outre, aucune différence dans la position du poisson n'a été observée entre les différentes périodes de mesure. Mais comme ces températures ont été mesurées dans des parties du bassin que les sébastes privilégiaient en l'absence d'un gradient thermique, il nous est impossible de déterminer à ce moment-ci si la distribution du sébaste dans le bassin est fonction de préférences de température ou des effets du bassin. L'analyse des données sur les sébastes acclimatés à 6 °C pourrait permettre d'interpréter ces résultats.

5.3 Remerciements

Nous désirons remercier F. Bélanger, F. Blouin, L. Brillant, C. Duluc, Y. Gagnon, C. Hennache, D. Leblanc, H. Lemieux, R. Miller, E. Parent, M. Péloquin, N. St-Hilaire et A. Valentin, ainsi que tous les autres qui ont participé à l'échantillonnage sur le terrain et aux expériences en laboratoire.

Tableau 5.1. Taux cumulatif de mortalité (M, %) des larves de *S. fasciatus* sur une période de 96 heures après leur exposition à diverses températures de l'eau (T, °C). La tolérance a été mesurée chez des larves nouveau-nées (nn) et des larves à jeun depuis quatre jours (à jeun). Les résultats pour 1996 et 1997 indiquent le taux moyen de mortalité de la progéniture respective de 14 et 16 femelles.

	0-2 °C		**2-6 °C**		**6-10 °C**		**10-14 °C**		**14-18 °C**		**18-20 °C**	
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
1996												
nn	20	1,6	18	4,2	22	8,4	35	12,6	61	15,7	98	19,6
À jeun	40	1,5	19	4,3	27	8,3	39	12,2	81	15,7	100	20,3
1997												
nn	27	0,3	14	4,5	16	8,5	23	12,4	45	16,0	94	19,1
À jeun	26	0,6	14	4,5	15	8,9	22	12,4	43	16,1	99	19,1

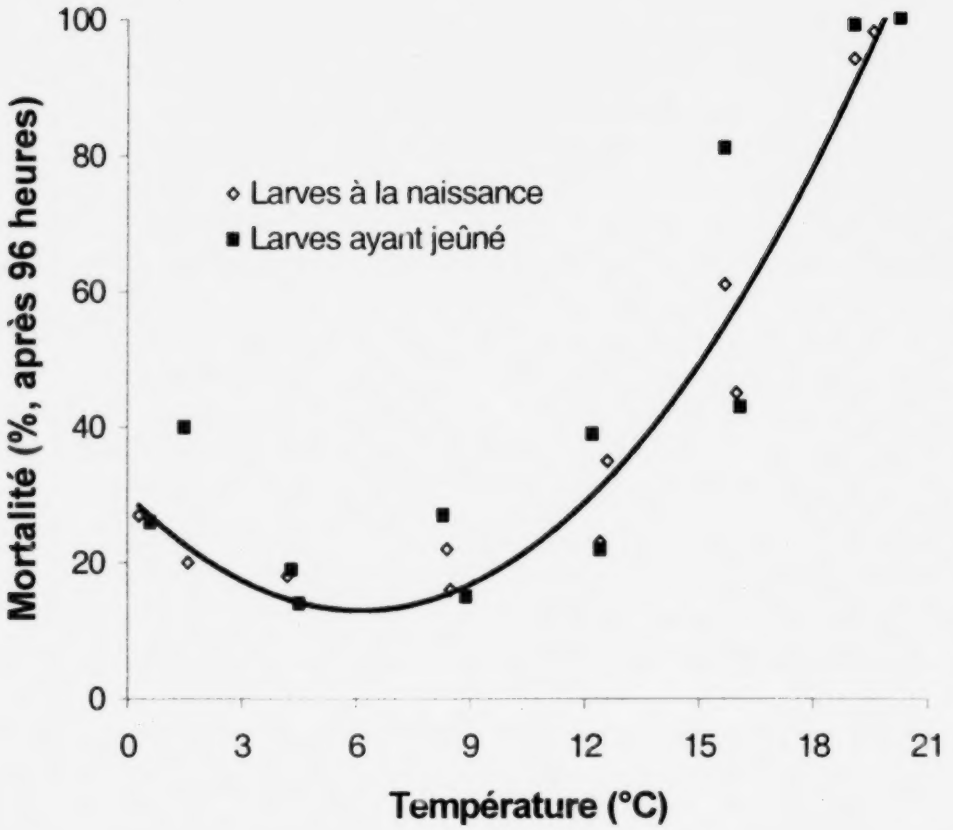

Figure 5.1. Tolérance à la température des larves de *S. fasciatus* sur une période de 96 heures. Les larves nouveau-nées ont été soumises à des épreuves de tolérance avant et après un jeûne de quatre jours.

6. Propriétés acoustiques du sébaste (*Sebastes* spp.)

Stéphane Gauthier[†] et Georges A. Rose

Chaire de recherche en conservation des pêches
Université Memorial de Terre-Neuve
C.P. 4920, St. John's (Terre-Neuve)
Canada A1C 5R3

La grande vessie natatoire et le comportement de rassemblement en bancs semi-pélagiques sont des caractéristiques du sébaste qui nous laissent croire à l'utilité des méthodes de relevé acoustique pour ces espèces. Peu de travaux ont cependant porté sur les propriétés acoustiques du sébaste, en particulier sur son index de réflexion (TS). Afin de créer un modèle exact de la relation entre l'index de réflexion et la longueur de ces poissons, nous avons mesuré leurs propriétés acoustiques dans un environnement contrôlé et au cours d'une série d'expériences combinant l'acoustique et l'utilisation de chaluts. Nous avons également étudié leur migration verticale nycthémérale et les conséquences de leur comportement de rassemblement en bancs sur les méthodes d'évaluation acoustique.

Pour la réalisation des expériences *ex situ*, nous avons capturé des sébastes (*Sebastes* spp.) en mer à l'aide d'hameçons à plume, nous les avons conservés vivants dans des cages marines placées à 30 m de profondeur pendant plus de 12 heures, puis dans des cages à 10 m de profondeur pour une autre période de 12 heures. La majorité des poissons a survécu à cette procédure et était en excellente condition. Au total, nous avons placé, un à la fois, 16 poissons d'une longueur variant entre 24,5 et 30 cm dans une cage à filament simple acoustiquement inerte et nous avons mesuré leur index de réflexion pendant 2 heures à l'aide d'un échosondeur à faisceau divisé de 38 kHz. Nous avons pu surveiller de manière continue les poissons et la cage au moyen d'une caméra vidéo sous-marine. La meilleure régression fondée sur la longueur obtenue à partir de ces données était :

$$TS = 19 \log [\text{longueur (cm)}] - 66{,}6$$

et dans le format standard :

$$TS = 20 \log [\text{longueur (cm)}] - 68{,}1 \ (R^2 = 0{,}18).$$

L'index de réflexion a varié de moins de 4 dB pour une gamme d'angles d'incidence allant de -50° à 70° par rapport à la verticale.

[†] Adresse actuelle : University of Washington, School of Aquatic and Fishery Sciences, P.O. Box 355020, Seattle (WA), 98195-5020, États-Unis.

De plus, nous avons effectué des expériences acoustiques *in situ* sur l'index de réflexion dans les eaux de Terre-Neuve (de 1996 à 1998) à l'aide d'échosondeurs à double faisceau remorqués en profondeur et d'échosondeurs à faisceau divisé monté sur la coque (38 kHz). Les index de réflexion moyens obtenus à l'aide des deux types d'échosondeurs ne différaient pas l'un de l'autre. Nous avons déployé l'échosondeur remorqué à diverses profondeurs au-dessus de plusieurs bancs de poissons et nous avons apporté des corrections d'étalonnage pour les profondeurs de 5 à 70 m (< 1 dB). À moins de 50 m du dessus des bancs de poissons, l'index de réflexion a diminué, ce qui suggère un comportement d'évitement de la part du poisson. L'index de réflexion était surestimé lorsque l'échosondeur était à plus de 200 m des bancs et que le nombre de poissons par volume échantillonné était supérieur à 0,04. Une fois les variations dues à la portée, au volume de réverbération et à la densité de poissons prises en compte, l'index de réflexion ne différait pas selon la profondeur, la distance du fond, le rapport des sexes des poissons, le facteur de condition ou le poids. La longueur moyenne est le facteur qui a le plus influencé l'index de réflexion moyen. En regroupant les données expérimentales *ex situ* et *in situ* (semblables), nous avons obtenu une régression fondée sur la longueur (pondérée en fonction de l'erreur-type^{-1}) dans le format standard :

$$TS = 20 \log [\text{longueur (cm)}] - 68,7 \ (R^2 = 0,49)$$

pour les poissons mesurant en moyenne de 14 à 33 cm de longueur (Figure 6.1).

Notre étude montre que les sébastes effectuent régulièrement des migrations verticales nycthémérales. D'après nos mesures de l'index de réflexion acoustique *in situ* des sébastes au cours de leurs migrations verticales nycthémérales, cet index ne varierait pas en fonction de la profondeur, ce qui est contraire à la loi de Boyle. Au cours d'une expérience *ex situ* menée sur un sébaste immobilisé, l'index de réflexion a varié systématiquement d'environ 2 dB au cours des nuits de migration verticale (Figure 6.2). Cette variation concorde avec un changement de volume de la vessie natatoire qui maintiendrait le sébaste dans un état de flottabilité neutre tout au long de sa migration verticale. Ainsi, nous proposons que le sébaste possède un cycle endogène de sécrétion et de résorption des gaz dans sa vessie natatoire.

Les sébastes ont suivi des patrons de migration verticale uniformes au cours de l'hiver, du printemps et de l'été, qui semblent limités par la pression hydrostatique. Dans la portion supérieure de la migration verticale, la pression était toujours supérieure à 67 % de la pression au fond. La migration verticale semble constituer une stratégie d'alimentation au cours de laquelle les sébastes suivent la migration de leur proie, le krill. En moyenne, les gros sébastes se tenaient à de plus grandes profondeurs, bien que nous ayons observé une répartition des tailles plus variable dans les eaux peu profondes. Les bancs pélagiques présentaient une taille, une forme et une structure interne très variables. Nous n'avons pu expliquer les différences de densité et de taille des bancs à l'aide de diverses caractéristiques de leur emplacement et de leur structure. Au sein de chaque banc, la distance entre deux poissons voisins n'a jamais été inférieure à l'équivalent d'une longueur

corporelle. Les bancs pélagiques se tenaient généralement à proximité de bancs denses près du fond marin. Au cours de la nuit, la répartition des poissons était plus homogène et plus prévisible.

La migration nycthémérale et la variabilité de la répartition à l'échelle locale peuvent influencer l'interprétation des résultats des relevés. Nous avons effectué une série d'expériences combinant l'acoustique et l'utilisation de chaluts à la lisière du Banc à Vert et du Grand Banc de Terre-Neuve. Les sébastes se tenaient près du fond le jour et migraient verticalement dans la colonne d'eau au cours de la nuit. Nous avons élaboré un facteur de correction pour la zone morte acoustique située près du fond. Les densités totales que nous avons estimées à l'aide des méthodes acoustiques étaient régulièrement plus élevées que les densités calculées en fonction des captures, avec ou sans les corrections pour la zone morte. Nous avons obtenu la meilleure correspondance entre les densités calculées en fonction du nombre de captures et les densités acoustiques à l'aide d'une intégration acoustique jusqu'à 5 m du fond (ce qui correspond à la hauteur du chalut). À cette hauteur, l'indice d'efficacité de capture se chiffrait à près de 1 pour les densités acoustiques non corrigées. Une fois les corrections pour la zone morte apportées, cet indice était inférieur à 1 dans la majorité des cas. Les densités acoustiques non corrigées étaient significativement plus élevées la nuit que le jour, tandis que les densités corrigées n'étaient pas significativement différentes. Dans les transects de 500 impulsions (environ 1400 m), les CV de la densité spatiale étaient en moyenne de 131 % le jour et de 35 % la nuit. Des passes consécutives au-dessus de plusieurs transects suggèrent que les estimations faites le jour sont beaucoup plus variables que celles faites la nuit (Figure 6.3). Nous concluons que l'utilisation de chaluts de fond entraîne toujours une sous-estimation de l'abondance du sébaste et que les estimations acoustiques de la biomasse faites la nuit sont les plus fiables et les moins variables.

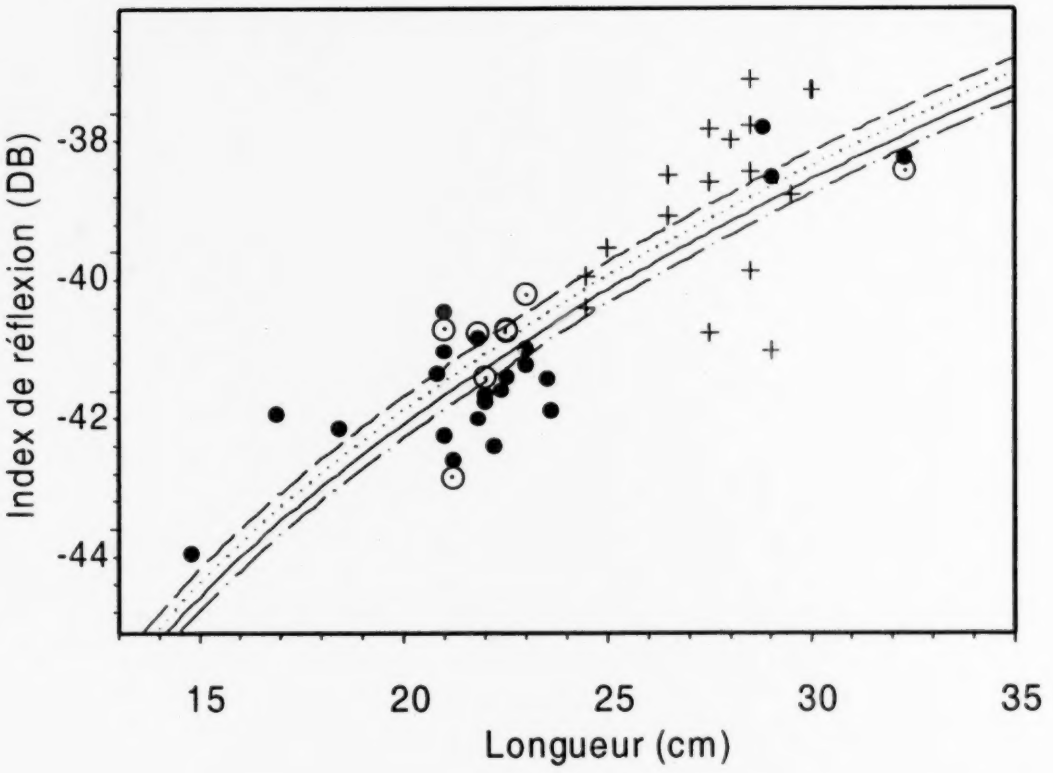

Figure 6.1. Index de réflexion moyen (dB) et longueur moyenne (cm) des sébastes mesurés in situ à l'aide de techniques à faisceau divisé (cercles fermés) et à double faisceau (cercles pointillés). Chaque point correspond à une expérience au cours de laquelle $N_v < 0,04$. Les croix représentent les valeurs moyennes pour les poissons mis en cage individuellement. Ces valeurs ont été mesurées au moyen d'un échosondeur à faisceau divisé.

Ligne continue : Index de réflexion (dB) = 20 log[longueur (cm)] - 68,5 (données *in situ* seulement)

Ligne discontinue : Index de réflexion (dB) = 20 log[longueur (cm)] - 68,1 (données *ex situ* seulement)

Ligne pointillée : Index de réflexion (dB) = 20 log[longueur (cm)] - 68,3 (données *in situ* et *ex situ*)

Ligne discontinue et pointillée : Index de réflexion (dB) = 20 log[longueur(cm)] - 68,7 (données *in situ*† et *ex situ* pondérées)

† Seules les données pondérées *in situ* ont la même ordonnée à l'origine.

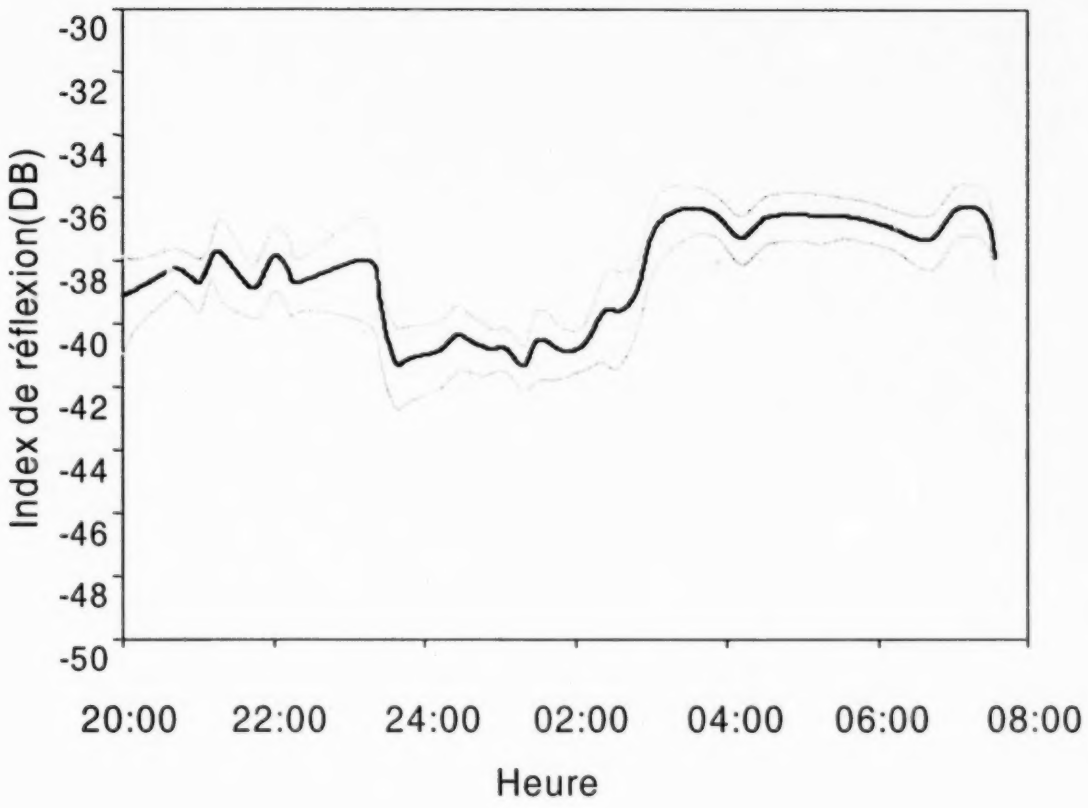

Figure 6.2. Index de réflexion moyen (dB), limité par l'écart type, d'un sébaste immobilisé, le dos pointant vers la surface, à une même profondeur pendant 12 heures. L'obscurité était totale environ entre 22 h et 5 h 30.

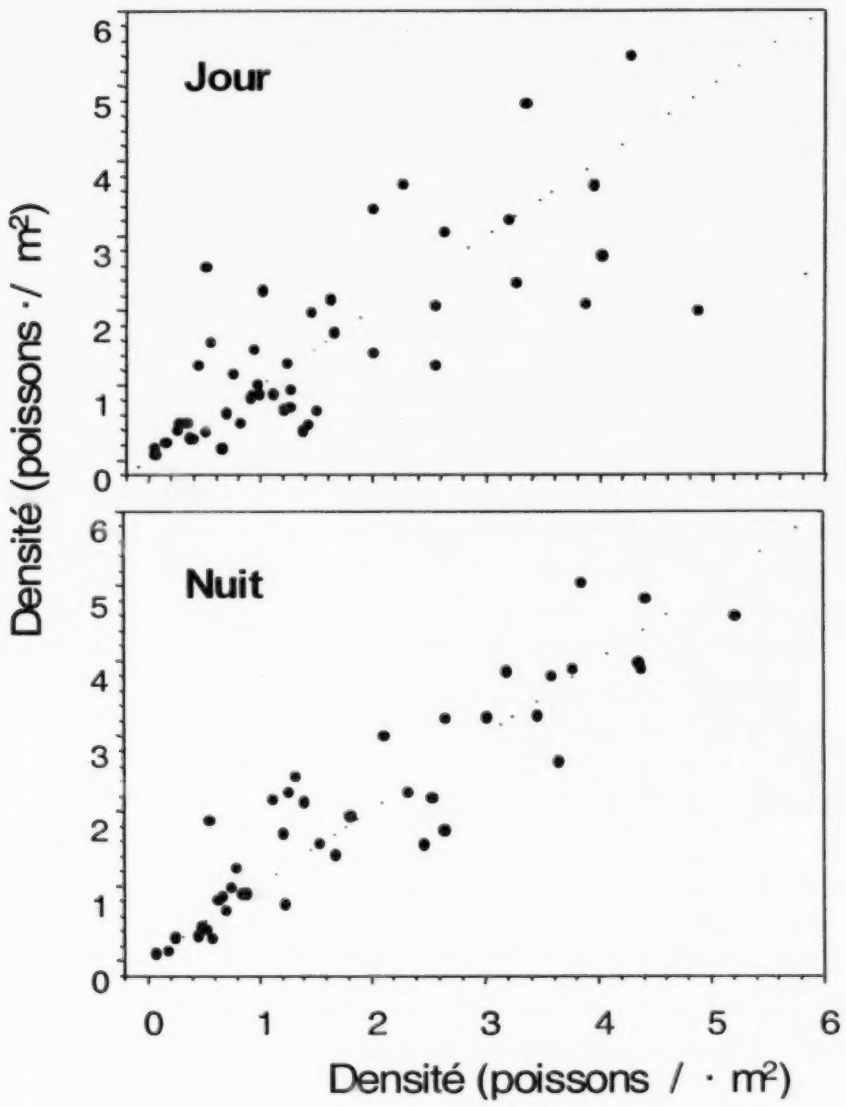

Figure 6.3. Corrélation entre la densité (poissons/m^2) estimée à l'aide des données acoustiques obtenues lors de la première et de la deuxième passes de jour et de nuit au-dessus de plusieurs transects. Le jour, le coefficient de variation (CV) entre les deux passes était de 0,57 avec une pente de 0,76 (d d l = 1 pour 46 points; F = 63,18, P < 0,001). La nuit, le CV était de 0,85 avec une pente de 0,92 (d d l = 1 pour 41 points; F = 233,48, P < 0,001). Les ordonnées à l'origine n'étaient pas significativement différentes de zéro dans les deux cas.

7. Liens environnementaux et historiques d'exposition des sébastes

Peter C. Smith, Mark Black, Roger Pettipas, Fred Page et Ken Drinkwater

Océanographie côtière, DSO
Institut océanographique de Bedford
C.P. 1006, Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 7A2

Motivés par les récents changements dans la distribution et les patrons de migration des sébastes, nous avons étudié deux méthodes d'analyse de l'interaction de ces espèces avec l'environnement marin. La première est une analyse de « préférence » environnementale fondée sur des liens statistiques entre les prises de sébastes et des paramètres environnementaux (température, salinité et profondeur). Les données proviennent de relevés aléatoires stratifiés au chalut de fond effectués au moyen d'un navire de recherche dans les unités de gestion du sébaste 2 et 3 au cours de la période allant de 1970 à 1995. La méthode, élaborée par Perry et Smith (1994), consiste à vérifier le lien entre la distribution du poisson et les variables hydrographiques en examinant la différence entre la fonction de distribution cumulée, pondérée en fonction des prises, et les variables hydrographiques dans l'environnement. Les résultats pour les unités 2 (Figure 7.1) et (Figure 7.2) indiquent que les sébastes occupent des zones de profondeur et de salinité semblables dans les deux unités. Ces zones sont cependant plus froides dans l'unité 2 ($4 \leq T \leq 6$ oC) que dans l'unité 3 ($5 \leq T \leq 9$ oC). Cette situation s'explique peut-être par des différences au niveau de l'espèce dominante (*Sebastes mentella* vs. *Sebastes fasciatus*) entre les deux régions.

La deuxième méthode d'analyse des interactions environnementales comprend l'estimation de l'historique d'exposition thermique annuelle des sébastes dans les unités 1 à 3 en se fondant sur les données historiques de température, les connaissances sur les voies de migration et l'état des divers stocks. Nous avons déterminé les distributions saisonnières des stocks (horizontales et verticales) à l'aide de registres de prises commerciales et de relevés de navire de recherche, tandis que nous avons dérivé leur historique thermique des champs saisonniers de température au fond. Ces champs ont été obtenus au moyen d'une interpolation optimale dans une grille standard. Les résultats, exprimés en degrés-jours annuels (Figure 7.3), montrent que les sébastes de l'unité 2 sont exposés aux températures les plus froides, suivis de près par ceux de l'unité 1, tandis que les sébastes de l'unité 3 vivent dans des milieux beaucoup plus chauds, tout comme l'a révélé la première analyse. D'après la deuxième méthode, les températures les plus probables pour les unités 1, 2 et 3 sont respectivement 5,2, 4,8 et 7,1 °C. Il y a lieu de croire que, dans l'unité 1, le patron de migration des sébastes au cours des

années 1970 et 1980 diffère de celui des années 1990. Nos comparaisons entre les régimes thermiques de ces deux périodes ont révélé des historiques d'expositions semblables (Figure 7.4). Aucune analyse structurée par âge ou spécifique d'espèce n'a encore été tentée.

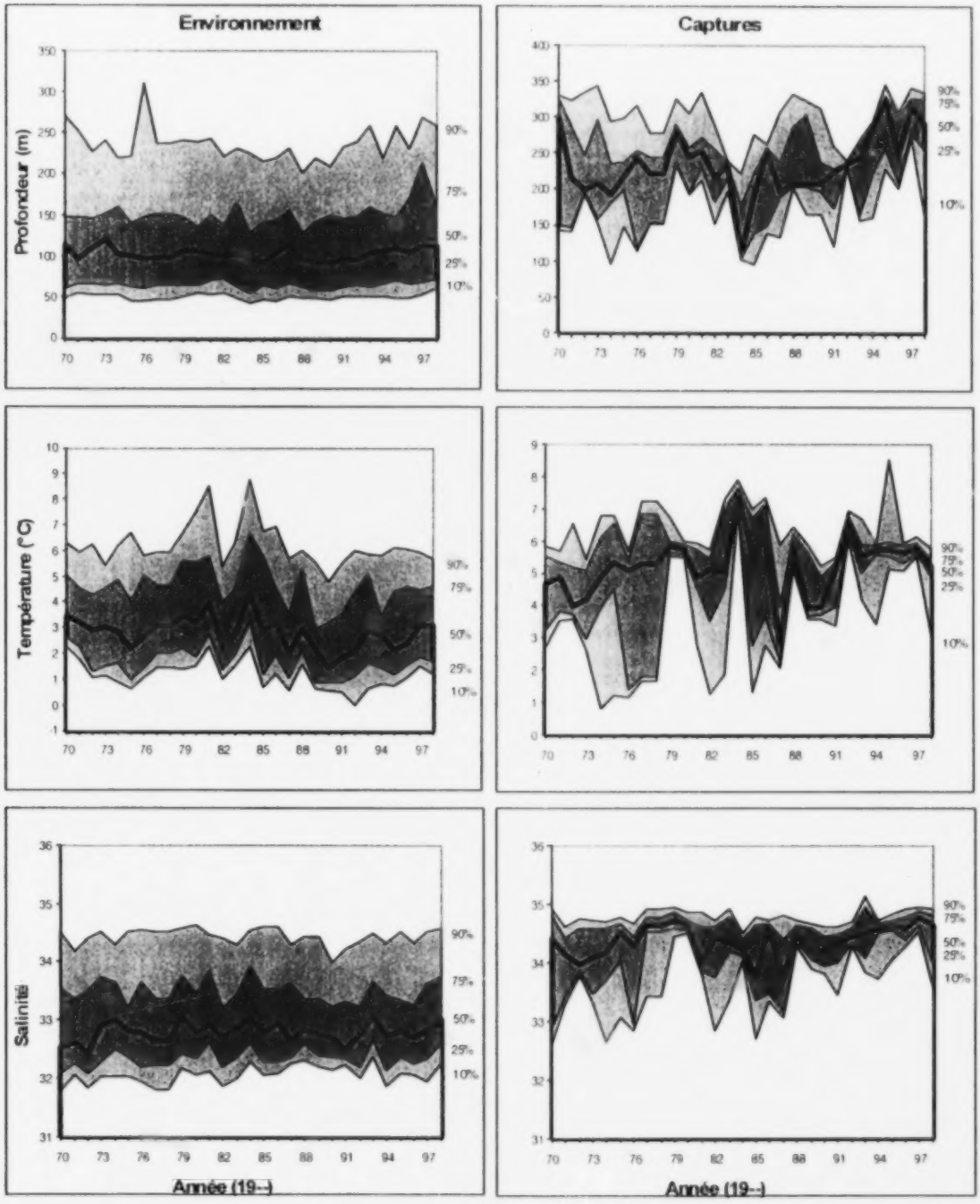

Figure 7.1. Séries chronologiques des 10^e, 25^e, 50^e, 75^e et 90^e percentiles de la profondeur (haut), de la température (milieu) et de la salinité (bas) dans l'unité 2 (strates 440 et 455 à 457).

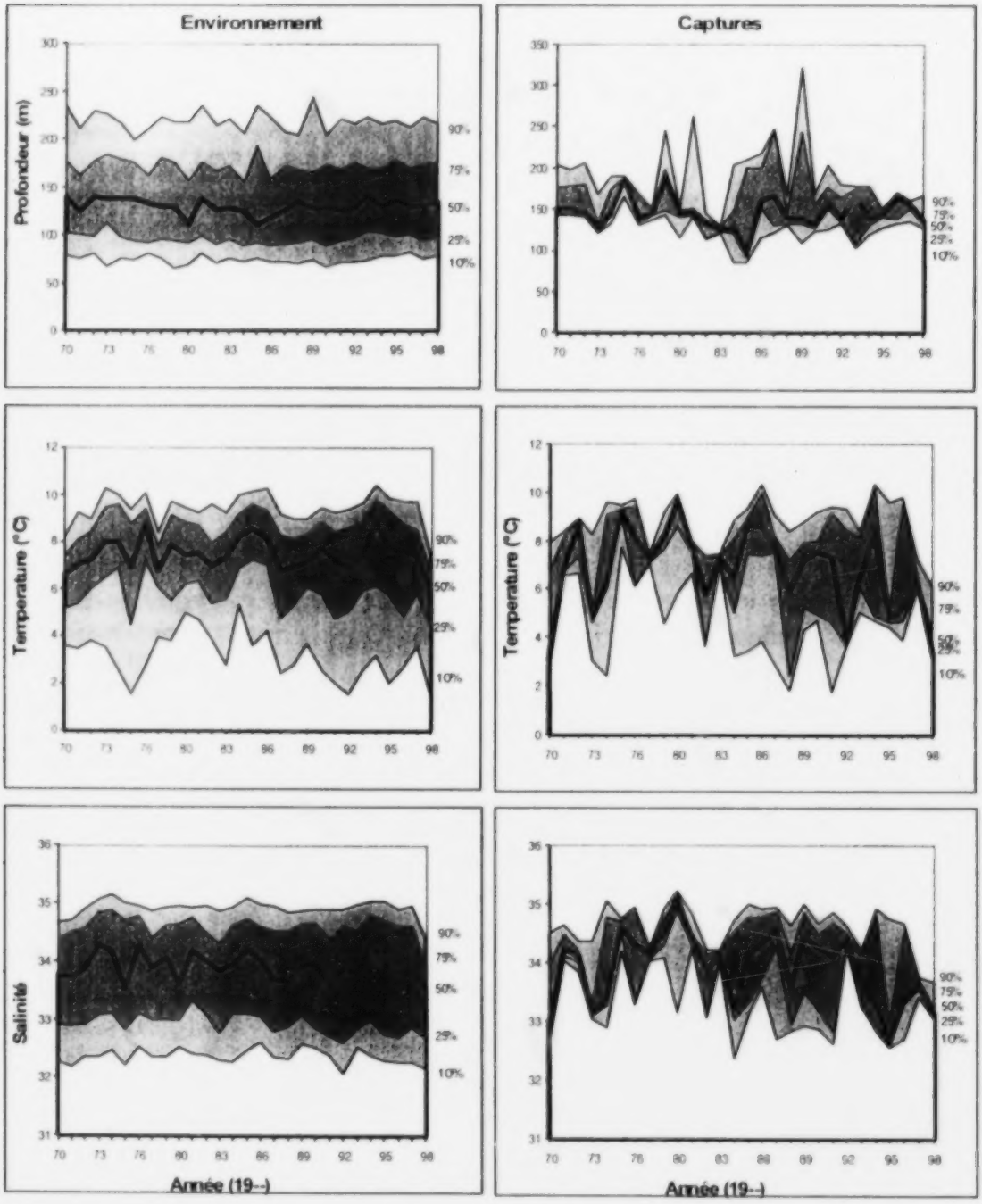

Figure 7.2. Séries chronologiques des 10^e, 25^e, 50^e, 75^e et 90^e percentiles de la profondeur (haut), de la température (milieu) et de la salinité (bas) dans l'unité 3 (strates 456 et 458 à 495).

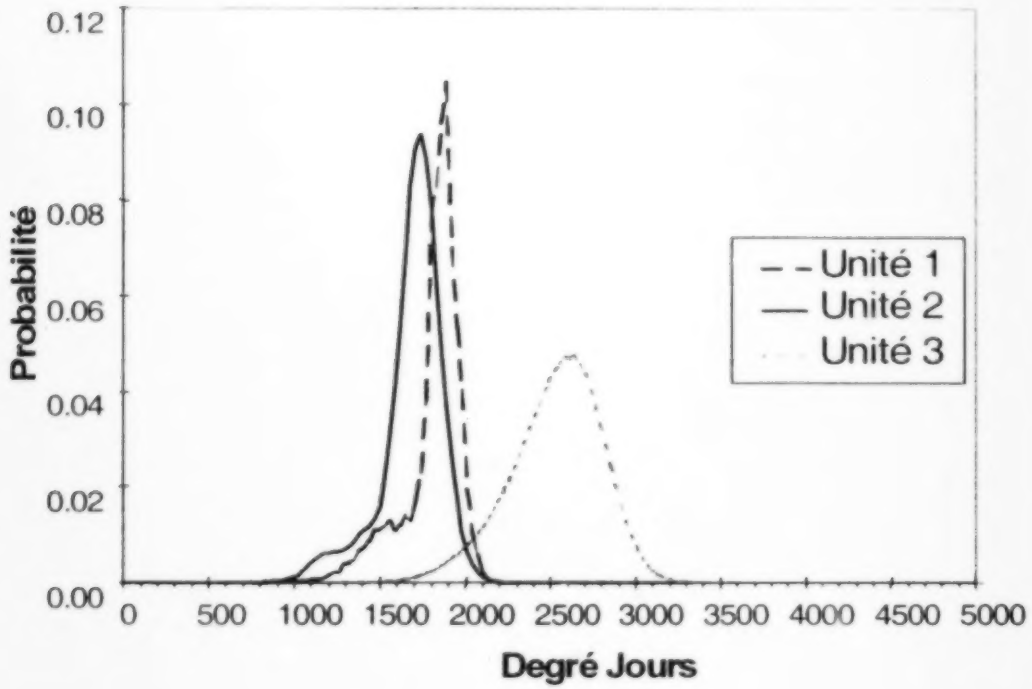

Figure 7.3. Degrés-jours annuels de l'exposition des sébastes dans les unités 1 à 3 selon une climatologie complète de l'hydrographie.

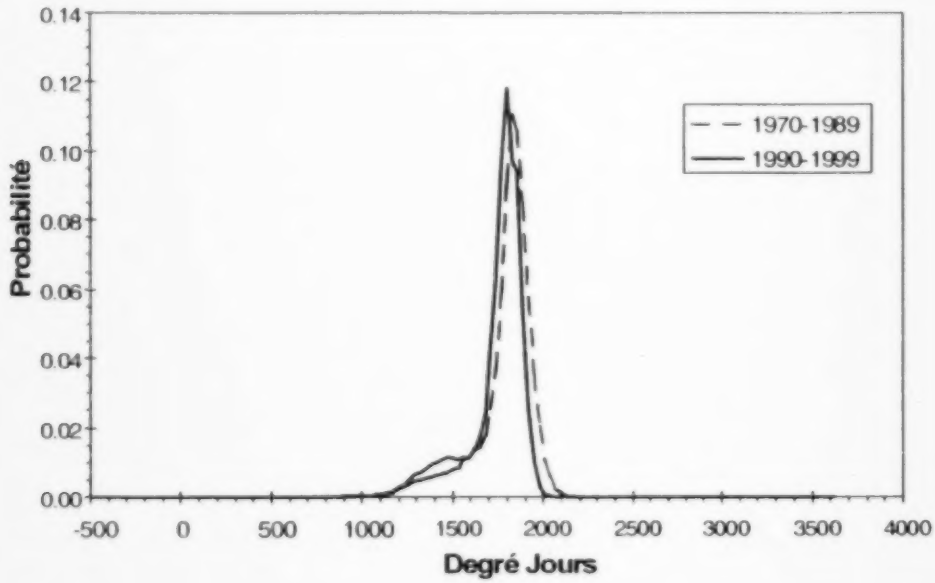

Figure 7.4. Sensibilité des degrés-jours annuels de l'exposition des sébastes dans l'unité 1 pour deux climatologies de la température : années 1970 et 1980 vs années 1990.

8. Changements dans la répartition du sébaste dans le golfe du Saint-Laurent d'après des données de relevé de recherche

Martin Castonguay et Bernard Morin

Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4
Canada

8.1 Introduction

Les déplacements du sébaste de l'unité 1 à l'embouchure du golfe du Saint-Laurent pendant l'hiver sont connus depuis au moins 20 ans (Atkinson et Power, 1991). Le sébaste migre généralement vers le sud en hiver à destination du détroit de Cabot, où il se concentre. Atkinson et Power (1991) ont passé en revue l'historique de la « délimitation des stocks » de sébaste de l'Atlantique Nord-Ouest et décrit le fondement de la recommandation de modifier les limites des zones de gestion du sud et d'établir de nouvelles unités de gestion, soit les unités 1, 2 et 3. Ces nouvelles unités étaient nettement plus appropriées que les anciennes zones de gestion. Par contre, au cours des dernières années, des changements ont été observés dans les déplacements du sébaste : ce dernier migre plus tôt et pénètre plus profondément dans la partie sud du chenal Laurentien, au-delà de la limite entre 3Pn et 3Ps (Morin et Bernier, 1994). D'après des observations récentes, il semble que la migration vers le sud peut commencer aussi tôt que septembre. Les raisons à l'origine de ces changements au cours des dernières années restent à établir.

La présente étude vise à décrire la répartition du sébaste (juvéniles et adultes) dans le golfe du Saint-Laurent, en été et en hiver, en fonction de la profondeur, de la température et de la latitude d'après des données de relevé de recherche.

8.2 Matériel et méthodes

Nous avons analysé les données sur les prises de sébaste réalisées dans le cadre des quatre séries de relevés de recherche au chalut (Tableau 8.1) effectués par le ministère des Pêches et des Océans dans la partie nord du golfe du Saint-Laurent et le détroit de Cabot (sous-division 3Pn et divisions 4RST de l'OPANO).

Pour tous les relevés, nous avons comparé (poissons de toutes tailles confondues, juvéniles [< 20 cm] et adultes [≥ 20 cm]) les distributions des températures, des profondeurs et des latitudes échantillonnées et fréquentées (c.-à-d. variable échantillonnée

pondérée en fonction de l'abondance, exprimée en nombre de sébaste capturé) entre les années. Pour chaque année, nous avons établi des distributions des fréquences cumulatives à 2,5, 50 et 97,5 % pour les températures, les profondeurs et les latitudes échantillonnées et fréquentées. Voir Perry et Smith (1994) et Castonguay *et al.* (1999) pour une description complète des méthodes.

8.3 Résultats et discussion

Voir Castonguay *et al.* pour une description des trois premières séries de relevés. Le dernier relevé (A.T. Cameron) a été effectué à la fin des années 1970 par la Région de Terre-Neuve.

La répartition observée du sébaste en été et au début de l'automne dans le golfe du Saint-Laurent pendant trois différentes périodes est résumée au Tableau 8.2. Bien qu'aucun changement n'ait été observé dans la gamme de températures fréquentées, le sébaste (toutes longueurs confondues) était retrouvé à de plus grandes profondeurs et plus au sud à la fin des années 1990 que ce n'était le cas dans les années 1970 et 1980. Les juvéniles fréquentaient des eaux d'une plus vaste gamme de températures (1 à 6 °C) que les adultes (3 à 6 °C).

Aucun changement important dans les températures fréquentées pendant l'hiver n'a été observé. Le sébaste (toutes longueurs confondues) était retrouvé à de plus grandes profondeurs (350-400 m) dans les années 1990 que ce n'était le cas dans les années 1980 (250-350 m). Sa répartition a en outre changé au début des années 1990, le sébaste étant retrouvé plus au sud, ce changement étant plus marqué chez les adultes que chez les juvéniles.

Les raisons à l'origine de ces changements sont encore à l'étude. Les mêmes analyses, lorsque appliquées à la morue de 3Pn4RS, révèlent que celle-ci fréquentait aussi des eaux plus profondes et plus au sud en hiver pendant la même période. Une corrélation significative a été établie entre la latitude fréquentée par la morue en hiver et la température de la couche intermédiaire froide (CIF) l'été précédent. La morue réagirait donc au refroidissement de la CIF en changeant ses habitudes migratoires. Étant donné que le sébaste fréquente généralement des eaux plus profondes que la CIF, il est moins probable que celle-ci ait une incidence sur sa répartition.

Tableau 8.1. Séries de relevés utilisées dans l'analyse.

	Saison	Navire	Période
1	Hiver (janvier)	Gadus Atlantica	1978-1994
2	Été (août)	Lady Hammond	1984-1989
3	Été (août)	Alfred Needler	1990-1998
4	Automne (septembre et octobre)	A.T. Cameron	1977-1980

Voir Castonguay *et al.* (1999) pour une description des trois premières séries de relevés. Le dernier relevé (A.T. Cameron) a été effectué à la fin des années 1970 par la Région de Terre-Neuve.

Tableau 8.2. Moyenne des médianes de la répartition du sébaste (profondeur, température et latitude) dans le golfe du Saint-Laurent en été et au début de l'automne pendant trois périodes différentes.

Période	Profondeur (m)	Température (°C)	Latitude
1977-1980	247	5,6	49,1
1986-1989	266	5,7	49,3
1995-1998	277	5,3	48,6

V. ÉTUDES SUR LE RECRUTEMENT

9. Prises accessoires de sébaste dans la pêche à la crevette et examen des causes possibles de la disparition de la classe d'âge 1988

Bernard Morin et Sylvain Hurtubise

Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4

9.1 Introduction

Le recrutement du sébaste dans le golfe du Saint-Laurent est irrégulier, atteignant des sommets par intervalle de 6 à 12 ans, ce qui a donné les abondantes classes d'âge 1946, 1956, 1958, 1971 et 1980. En outre, les classes d'âge 1966, 1974 et 1988, qui étaient très abondantes aux âges 2 à 4 (d'après les données de relevés de recherche), n'ont pas été décelés par la suite et n'ont jamais grandement contribué à la pêche (Sandeman, 1973; Parsons et Parsons, 1976; Morin *et al.*, 1999). Par exemple, les effectifs de la classe d'âge 1988 estimés en 1991 atteignaient $2{,}2 \times 10^9$ (2,2 milliards), alors qu'en 1994, ils n'étaient plus que 48×10^6 (48 millions) (Figure 9.1; Morin *et al.*, 1999). Nous ignorons les causes de la disparition de ces petits sébastes. Leur migration serait l'explication la plus probable, mais aucune donnée ne vient appuyer l'hypothèse que la classe d'âge 1988 ait quitté le Golfe (Anon., 1995). D'autres facteurs qui ont peut-être contribué à la disparition des juvéniles, notamment les prises accessoires dans la pêche à la crevette et la mortalité naturelle due aux mauvaises conditions environnementales ou à la prédation, ont été examinés dans le cadre de la présente étude.

Notre objectif était donc de passer en revue les causes possibles de la disparition de la classe d'âge 1988 au début des années 1990 et d'analyser les prises accessoires de sébaste dans la pêche à la crevette pendant cette période (Figure 9.1).

9.2 Prises accessoires de sébaste dans la pêche à la crevette

9.2.1 Matériel et méthodes

Les données sur les prises accessoires de sébaste récoltées de 1990 à 1993 ont été extraites de la base de données des observateurs du golfe du Saint-Laurent. Pour chaque zone de pêche, les rapports mensuels entre les prises de sébaste et celles de crevettes ont été établis, puis appliqués à chaque total mensuel de tonnes de crevettes débarquées afin d'obtenir une estimation du total mensuel de tonnes de sébaste capturées, y compris les

prises rejetées à la mer. La relation entre le poids et la longueur a permis d'estimer le nombre de sébastes représenté par ce total (Morin et Bernier, 1992). En dernier lieu, le pourcentage des prises de sébaste rejetées à la mer, tel qu'établi d'après le poids des prises de sébaste et de celles rejetées à la mer noté par les observateurs, a été appliqué au total mensuel estimatif de tonnes de sébaste capturées afin d'obtenir une estimation de la contribution des prises rejetées au total mensuel de tonnes. Toutes les fréquences de longueur mensuelles ont ensuite été regroupées afin d'obtenir les fréquences de longueur annuelles.

9.2.2 Résultats

Les données sur les prises de sébaste rejetées à la mer dans le cadre de la pêche à la crevette dans le Golfe sont résumées au Tableau 11. Les plus grands volumes rejetés ont été observés en 1991, mais la quantité totale de sébaste < 25 cm rejetée n'en constituait qu'un faible pourcentage. La proportion en 1992 est plus élevée, ce qui est sans doute imputable à la forte baisse de l'abondance de la classe d'âge 1988. À la suite de l'introduction de la grille Nordmore dans la pêche à la crevette en 1993, le volume des prises rejetées est tombé en flèche (Tableau 9.1).

Atkinson (1984) a obtenu des résultats semblables pour le chenal Esquiman au début des années 1980 : les prises de sébaste rejetées à la mer représentaient environ 1 % de la population de petits sébastes dans la zone échantillonnée. Il a conclu qu'une proportion plutôt négligeable ou infime de la population de juvéniles de la partie nord-est du Golfe avait été détruite dans le cadre de la pêche à la crevette pratiquée au large de Port au Choix de 1976 à 1980. L'émigration du sébaste à l'extérieur de cette région au fur et à mesure qu'il vieillissait est probablement à l'origine du déclin rapide de la classe d'âge 1974.

9.3 Discussion

Les eaux de 30 à 100 m de profondeur étaient particulièrement froides pendant les années 1990 (DFO, 2000), mais nous ne savons pas dans quelle mesure ce facteur a nui au sébaste, retrouvé en eau profonde. En outre, aucun changement important n'a été observé dans les températures fréquentées entre 1990 et 1993 à des profondeurs comprises entre 200 et 300 m, privilégiées par les juvéniles (Castonguay et Morin, données inédites), où la température médiane se situait entre 4 et 5° C.

La quantité de sébaste consommée par les phoques du Groenland dans le Canada atlantique au cours de la période 1990-1996 a été estimée en regroupant l'information sur les besoins énergétiques d'un phoque, la taille de la population, sa répartition et la composition du régime alimentaire (Hammill et Stenson, 2000). Pendant cette période, le sébaste était une importante proie pour le phoque du Groenland (Hammill et Stenson, 2000). Par contre, les plus récentes données sur le régime alimentaire de ce phoque

indiquent que le sébaste était rarement présent dans ses contenus stomacaux (Hammill, comm. pers.).

La présente étude n'a pas permis de trouver une autre explication à la disparition de la classe d'âge 1988. La cause la plus plausible serait la prédation exercée par les phoques. Mais une comparaison avec la classe d'âge 1974, qui a aussi disparu malgré sa forte abondance, a révélé que la quantité de sébaste consommée par les phoques était probablement faible pendant cette période. En outre, la classe d'âge 1980, soit la dernière classe abondante qui ait alimenté la pêche à la fin des années 1980 et au début des années 1990, n'a pas disparu au début des années 1980. Elle se composait probablement de *S. mentella*, alors que la classe d'âge 1988 se composait de *S. fasciatus* (Sévigny et de Lafontaine, 1992; Sévigny *et al.*, 2000). Il est donc possible que le recrutement de *S. fasciatus* à la population n'est pas durable ou que ce sébaste disparaît du golfe du Saint-Laurent pour des raisons qui demeurent inconnues.

Tableau 9.1. Résultats des estimations des volumes de sébaste rejetés à la mer dans le cadre de la pêche à la crevette. L'abondance de sébaste < 25 cm dans les prises du relevé d'été du MPO est indiquée.

Année	Abondance (10^6) Alfred Needler	Prises rejetées (10^6)	% des prises rejetées
1990	1 504	11,2	0,7
1991	2 197	43,1	1,9
1992	427	26,2	6,1
1993	107	0,4	0,4

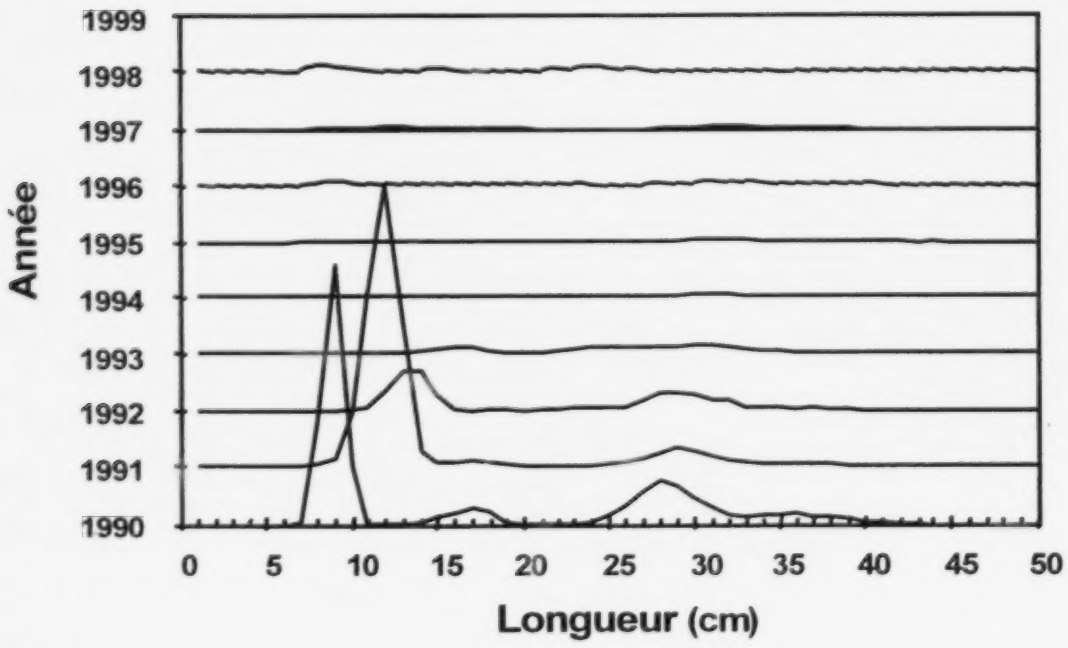

Figure 9.1. Fréquences de longueur du sébaste observées au cours du relevé d'été effectué par le MPO dans 4RST. Le pic prononcé en 1990 et 1991 représente la classe d'âge 1988.

10. Variabilité des caractéristiques de la reproduction du sébaste acadien (*Sebastes fasciatus*) et de la production de larves dans le golfe du Saint-Laurent

Yvan Lambert, Jean-Denis Dutil et Jean-Marie Sévigny

Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4
Canada

Les échantillons de sébaste proviennent de 15 relevés et expéditions d'échantillonnage en mer (Tableau 10.1) effectués en 1996, 1997, 1998 et 1999. Dix missions ont eu lieu au printemps et au début de l'été, et avaient comme cible les larves dans le golfe du Saint-Laurent. Les cycles de reproduction des mâles et des femelles ont aussi été examinés en été et en automne (6 expéditions d'échantillonnage, y compris des échantillons prélevés dans la mer du Labrador dans le cadre des relevés du Teleost), ainsi qu'en janvier (relevé du W.T. Templeman). La couverture spatiale dans le golfe a été meilleure lors des relevés de janvier 1997 (W.T. Templeman), à la fin d'avril 1997 (Teleost), en août 1996 (Alfred Needler) et en novembre 1998 (Richmond Odyssey) (Figure 10.1). Quelque 11 368 sébastes ont été mesurés, pesés et disséqués. Des échantillons ont aussi été prélevés aux fins d'identification des espèces d'après des critères génotypiques et méristiques, de description du régime alimentaire, ainsi que d'établissement de l'état physiologique, de la fécondité et de l'époque de la maturation, de l'accouplement et du développement embryonnaire, ce qui représente plus de 100 000 échantillons, images numérisées et coupes histologiques. Les résultats présentés ci-dessous sont préliminaires. Des conclusions finales ne seront tirées que lorsque tous les échantillons auront été examinés et des analyses statistiques menées. Une partie des résultats sont présentés au chapitre 5 du présent rapport (p. 75).

10.1 Variabilité des caractéristiques de la reproduction du sébaste et de la production de larves dans le golfe du Saint-Laurent

Chargé de projet : Y. Lambert

Le but principal de ce projet était d'évaluer la variabilité de la production de larves entre les femelles et d'établir si elle était liée à des différences dans leurs réserves d'énergie disponibles. L'hypothèse de départ supposait que la variabilité des conditions environnementales menant à des différences dans les réserves d'énergie des femelles

résulterait en des différences dans leur fécondité potentielle, le taux de fécondation, le nombre d'embryons et le nombre de larves libérées. Le plan original consistait à suivre les changements saisonniers dans les réserves d'énergie et le statut reproducteur des femelles de *S. fasciatus* et de *S. mentella* dans le golfe du Saint-Laurent entre 1996 et 1998 par le biais d'un échantillonnage régulier.

Les buts secondaires de l'étude étaient d'établir la distribution des réserves d'énergie dans les différents tissus, d'évaluer les variations selon la saison et entre individus de la condition et des réserves d'énergie, de quantifier la fécondité et l'investissement d'énergie dans les gonades et d'examiner les relations entre les caractéristiques des individus (longueur et réserves d'énergie) et les caractéristiques de la reproduction (investissement d'énergie, fécondité et nombre d'embryons et de larves).

Les résultats présentés ci-dessous doivent être considérés comme préliminaires, car la compilation, la validation et l'analyse statistique de toutes les données n'ont pas encore été complétés. Seules les données sur certaines des caractéristiques de la reproduction des femelles au printemps sont présentées.

10.1.2 Matériel et méthodes

La longueur à la fourche, le poids total, le poids de la carcasse (poids après éviscération), le nombre de rayons de la nageoire anale, le sexe, le stade de maturité, ainsi que le poids du foie, des gonades et du tube digestif de chaque sébaste échantillonné ont été établis. Des échantillons de gonades ont été prélevés aux fins de détermination de la fécondité, des réserves d'énergie des œufs et des larves et de la proportion de larves non viables. La fécondité a été établie selon la méthode gravimétrique. Une des deux gonades de chaque spécimen conservées dans du formaldéhyde à 4 % a été rincée et nettoyée afin de libérer les œufs ou les larves. Tous les œufs et larves, ainsi que deux sous-échantillons de 100 œufs et larves, ont été pesés. La fécondité a été estimée d'après le rapport entre le poids total des œufs et des larves et le poids moyen des sous-échantillons. La proportion de larves non viables, soit celles dont la vésicule vitelline était opaque et de couleur blanche a été déterminée dans un sous-échantillon de 200 larves. Des sous-échantillons d'œufs et de larves ont été congelés en vue d'établir leurs réserves d'énergie.

Le poids sec et les réserves d'énergie d'un sous-échantillon de tissu musculaire prélevé sous la première nageoire dorsale, ainsi que d'un sous-échantillon des gonades, du foie, du tube digestif et de la carcasse ont aussi été mesurés. Le tube digestif et la carcasse ont été homogénéisés dans un hachoir à viande avant d'être analysés. Les analyses de chaque tissu ont été faites en duplicata, sauf celles de la carcasse, qui ont été faites en triplicata. La teneur en eau a été déterminée par séchage des échantillons jusqu'à un poids constant à 65° C et les réserves d'énergie, par combustion de ceux-ci dans une bombe calorimétrique (Parr, modèle 1261). Le nombre d'échantillons des divers tissus est présentée au Tableau 10.3.

Une première classification des sébastes comme étant soit des *S. mentella* ou des *S. fasciatus* a été faite en mer d'après le nombre de rayons de la nageoire anale. La classification définitive a été faite en laboratoire d'après une analyse électrophorétique de la malate déshydrogénase (MDH) dans le foie (Payne et Ni, 1982; McGlade *et al.*, 1983).

10.1.3 Résultats préliminaires

La longueur à la fourche et le poids total, ainsi que le poids du foie, du tube digestif, des gonades et de la carcasse de 1 361 des sébastes échantillonnés entre 1996 et 1999 ont été mesurés. Le poids sec et les réserves d'énergie des divers tissus prélevés ont aussi été mesurés. Le nombre d'échantillons analysés est indiqué au Tableau 10.3. Les résultats des analyses ne sont pas présentés, la compilation et la validation des données ainsi que les analyses statistiques n'étant pas encore terminés.

L'analyse électrophorétique de la MDH du foie de chaque spécimen a été effectuée afin d'établir à quelle espèce il appartenait. Les sébastes au génotype MDH*A1A1 ont été classés comme des *S. mentella*, ceux au génotype MDH*A1A2 comme des hétérozygotes *S. mentella* x *S. fasciatus* et ceux au génotype MDH*A2A2 comme des *S. fasciatus*.

Relation poids-longueur des femelles matures

Chez les femelles des deux espèces, la plus faible longueur à maturité se situait autour de 23 à 24 cm. La gamme de longueurs des reproducteurs femelles pour la période 1996-1999 était beaucoup plus petite dans le cas de *S. fasciatus* que de *S. mentella* : alors que les femelles de *S. mentella* mesuraient de 24 à 47 cm de longueur, très peu de femelles de *S. fasciatus* mesuraient plus de 35 cm.

Une relation étroite entre le poids total et la longueur a été observée chez chaque espèce, comme l'a révélé la valeur élevée des coefficients de détermination ($R^2 = 0,97$) obtenus pour les reproducteurs femelles capturés dans la partie nord du golfe du Saint-Laurent en avril 1997 (Tableau 10.4). Malgré de faibles différences dans le poids total, les femelles de *S. fasciatus* avaient un poids significativement (ANCOVA, $P < 0,004$) plus élevé que les femelles de *S. mentella* et les hétérozygotes femelles. Le rapport entre le poids total et la longueur n'était pas différent ($P > 0,47$) entre les femelles de l'espèce *mentella* et les hétérozygotes femelles.

Des relations stables entre le poids total et la longueur ont été observées chez les reproducteurs femelles de *S. fasciatus* de l'estuaire du Saint-Laurent entre 1997 et 1999 (Tableau 10.5). Une analyse de covariance sur les données transformées (log) n'a révélé aucune différence entre les échantillons de reproducteurs femelles prélevés en mai et juin en 1997, 1998 et 1999.

Fécondité

Les femelles gravides capturées au printemps, de 1997 à 1999, dans l'estuaire du Saint-Laurent (division 4T de l'OPANO) et la partie nord du golfe du Saint-Laurent

(division 4R et sous-division 3Pn de l'OPANO) ont servi à établir la variabilité de la production de larves d'une femelle à l'autre, la production de larves chez les deux espèces retrouvées dans le même secteur et la variabilité interannuelle de la production de larves.

La fécondité absolue variait de 3 330 à 107 000 larves par femelle et augmentait selon la taille de l'individu. Des fonctions curvilignes ont été utilisées pour décrire la relation entre la fécondité et la taille des femelles de chaque espèce. Toutes les relations étaient significatives ($P < 0,001$); les exposants variant entre 3,45 et 5,1. Des différences significatives dans les relations entre la fécondité et la longueur pour chaque espèce ont été observées en avril 1997 dans 3Pn4R (Figure 10.3). L'analyse de covariance sur les données transformées a révélé que les femelles de *S. fasciatus* (MDH*A2A2) étaient nettement plus fécondes que les femelles hétérozygotes (MDH*A1A2) et les femelles de *S. mentella* (MDH*A1A1), mais aucune différence significative ($P > 0,59$) n'a été observée entre les femelles hétérozygotes et les femelles de *S. mentella*.

La variabilité interannuelle de la fécondité absolue de *S. fasciatus* dans l'estuaire du Saint-Laurent (division 4T de l'OPANO) entre 1997 et 1999 a été examinée, mais aucune différence significative (ANCOVA, $P > 0,16$) n'a été relevée (Figure 10.4). Par contre, une forte variabilité de la fécondité absolue a été observée. Les coefficients de détermination de la relation entre la fécondité et la longueur pour chaque année variaient entre 0,37 et 0,84. La petite gamme de longueurs des femelles peut expliquer en partie cette observation. Malgré cela, la fécondité absolue d'une femelle de 30 cm de longueur variait de 11 000 à 45 000 larves.

Des larves non viables, caractérisées par la présence d'une vésicule vitelline opaque et de couleur blanche, ont été retrouvées dans de nombreuses femelles. Ces larves se classaient principalement aux stades de maturité pré-expulsion (stade 9) et expulsion (stade 10). La proportion de larves non viables chez *S. mentella* en avril 1997 allait de 0 à 60 %, la moyenne s'approchant de 20 %. L'analyse de ces données n'étant pas terminée, il n'est pas encore possible d'expliquer pourquoi ces larves sont non viables. Mais leur présence pourrait par contre fortement diminuer à la fécondité absolue des femelles.

10.1.4 Conclusions préliminaires

Bien que préliminaires, les résultats de la présente étude révèlent des différences dans les caractéristiques de la reproduction des sébastes femelles dans le golfe du Saint-Laurent. Des différences significatives ont été observées entre les femelles de *S. fasciatus* et de *S. mentella*, comme l'ont révélé les relations entre le poids et la fécondité selon la longueur de *S. fasciatus* et de *S. mentella* capturés dans la même région en avril 1997. Les femelles de *S. fasciatus* avaient un poids plus élevé et étaient plus fécondes (nombre de larves) à une longueur donnée que *S. mentella*, tandis que les femelles hétérozygotes *S. mentella* × *S. fasciatus* montraient les mêmes caractéristiques que les femelles de *S. mentella*.

Des comparaisons entre années n'ont pas révélé de différences significatives dans la relation entre le poids et la fécondité selon la longueur des reproducteurs femelles de *S. fasciatus* capturés dans l'estuaire du Saint-Laurent en mai et juin, de 1997 à 1999. Dans le cas de *S. mentella*, la fécondité selon la longueur observée en 1997 était plus élevée que le niveau signalé par St-Pierre et de Lafontaine (1995) pour des femelles capturées dans la même région en 1989 et 1990. D'après ces chercheurs, la fécondité estimée d'une femelle de 35 cm de longueur se situe à 18 656 larves en comparaison du niveau de 33 655 larves établi dans le cadre de la présente étude.

Un traitement plus poussé des données est requis pour compléter les analyses des échantillons et confirmer les résultats préliminaires ci-présentés. Malgré cela, les résultats suggèrent que la production de larves dans le golfe du Saint-Laurent peut fortement varier d'une espèce et d'une année à l'autre.

10.2 Époque de la maturité sexuelle, de l'accouplement, de la fécondation et de la fraye chez *S. fasciatus* et *S. mentella*

Chargé de projet : J.-D. Dutil

Le stade de maturité de sébastes à l'état frais capturés en 1997, 1998 et 1999 a été déterminé par examen macroscopique des gonades d'après la méthode de Ni et Templeman (1985), dans le cas des mâles, et de St-Pierre et de Lafontaine (1995), dans le cas des femelles. Des échantillons de gonades prélevés en 1996 et 1997 (1 300 poissons) ont été fixés dans du formol tamponné (10 %), déshydratés dans de l'éthanol, puis inclus dans la paraffine. Les sections (6-8 μm) de gonades ont été colorées à l'hématoxyline et à l'éosine, puis examinées au microscope en vue de déterminer la longueur de l'individu à la première maturité sexuelle, la période de maturation chez les mâles et les femelles et l'époque de l'accouplement et de la fécondation chez *S. fasciatus* et *S. mentella*. Les images numériques d'œufs fertilisés et de larves de 365 femelles matures des deux espèces prises en 1997 ont été examinées en vue d'évaluer les effets de la longueur des femelles sur la longueur des embryons et l'échelonnement de leur développement de la fin d'avril à la fin de juin chez *S. fasciatus* et *S. mentella*. En dernier lieu, des échantillons d'œufs et de larves de femelles matures ont été prélevés et congelés (-78° C) et leurs teneurs en lipides et en protéines, déterminées.

Les données obtenues permettront de répondre aux questions suivantes : Les larves de *S. fasciatus* et de *S. mentella* sont-elles expulsées au même moment? Sont-elles de la même longueur au moment de l'expulsion? Est-ce que *S. fasciatus* et *S. mentella* atteignent la maturité sexuelle à la même longueur? Quelle est l'incidence de la longueur des sébastes sur l'atteinte de la maturité et les caractéristiques des larves? Quand les mâles atteignent-ils la maturité en automne et quand l'accouplement a-t-il lieu? Quand la fécondation a-t-elle lieu après l'accouplement? La couverture spatiale et temporelle des caractéristiques biologiques de l'accouplement et de la fécondation est incomplète, mais on s'attend à faire

de grands progrès dans ce sens, en particulier en ce qui concerne le sébaste du golfe du Saint-Laurent. Voici un compte rendu très partiel des renseignements disponibles, la plupart des données n'ayant pas encore été analysées.

Un examen macroscopique des gonades suggère que l'échelonnement du développement des embryons et le moment de l'expulsion des larves diffèrent chez *S. fasciatus* et *S. mentella* du golfe du Saint-Laurent (Figure 10.5). La plupart des femelles de *S. mentella* capturées à la fin d'avril 1997ont été classées comme étant au stade de pré-expulsion (stade 8) ou d'expulsion (stade 9) des larves, moins de 10 % d'entre elles étant à un stade moins avancé. Les femelles hétérozygotes montraient exactement la même tendance. Par contre, les femelles de *S. fasciatus* étaient aux stades 8 et 9 (42 et 39 % des individus respectivement). Dans l'estuaire du Saint-Laurent, l'expulsion des larves a eu lieu principalement au début de juin (Figure 10.6). Le stade modal de maturité se situait au stade 8 en 1999 (échantillonnage : 17-23 mai), au stade 9 en 1998 (échantillonnage : 28 mai-3 juin) et au stade 10 en 1997 (échantillonnage : 6-12 juin).

D'après des images numérisées d'œufs et de larves, on a établi que, à la fin d'avril 1997, le développement embryonnaire était plus avancé chez *S. mentella* et les hétérozygotes que chez *S. fasciatus* (Tableau 10.6). L'identification des espèces reposait sur la cote MDH. Les œufs de *S. fasciatus* étaient en général sphériques et ceux de *S. mentella* et des hétérozygotes, elliptiques (> 80 %). Le diamètre maximum des œufs était plus grand chez *S. mentella* et les hétérozygotes, mais le diamètre de la vésicule vitelline et du globule huileux étaient semblables. Un plus grand nombre d'embryons avaient atteint le stade 5, c.-à-d. qu'ils étaient complètement formés et portaient des mélanophores sur le corps, chez *S. mentella* (49 %) et les hétérozygotes (68 %) que chez *S. fasciatus* (30 %). Un plus faible nombre d'œufs étaient éclos dans les ovaires de *S. fasciatus*, tandis que la proportion de femelles dont les larves avaient éclos était plus faible chez *S. fasciatus* que chez *S. mentella* et les hétérozygotes. Étant donné que la forme des œufs est différente, la différence dans le diamètre maximum des œufs pouvait ne pas indiquer une différence dans la taille des embryons. Nous avons donc mesuré l'aire de la surface de 10 œufs (visualisés comme une image bidimensionnelle numérisée) tirés d'un sous-échantillon de 10 femelles de *S. fasciatus* et de 10 femelles de *S. mentella*. Comme l'aire de la surface atteignait en moyenne $1{,}27 \pm 0{,}40\ mm^2$ chez *S. fasciatus* et $2{,}24 \pm 0{,}58\ mm^2$ chez *S. mentella*, les larves de *S. fasciatus* seraient plus petites que celles de *S. mentella* à la naissance.

Le développement des ovocytes commence au printemps et prend fin en automne. Les femelles en voie d'atteindre la maturité capturées en août (relevé du NGCC Alfred Needler) avaient commencé à accumuler de la vitellogénine dans leurs ovocytes, mais ceux-ci n'étaient pas encore pleinement matures. Les ovocytes n'ont atteint ce stade qu'au début de novembre (échantillons du Richmond Odyssey). Des spermatozoïdes étaient présents dans les ovaires de la moitié des femelles échantillonnées, ce qui indique que l'accouplement était en cours. Les échantillons du Richmond Odyssey étaient composés

uniquement de *S. mentella* et d'hétérozygotes. Des femelles matures inséminées ont été capturées dans le golfe du Saint-Laurent (unité 1) et au sud de Terre-Neuve (unité 2), ce qui révèle que *S. mentella* et les hétérozygotes s'accouplent dans les deux unités de gestion (Figure 10.7). Les échantillons de mâles n'ont pas encore été analysés, mais un examen préliminaire des échantillons d'hiver (relevé du NGCC W.T. Templeman) suggère que l'accouplement est déjà terminé au début de janvier étant donné que la plupart des testicules étaient vides.

10.3 Régime alimentaire de *S. fasciatus* et de *S. mentella*

J.-D. Dutil, D. Chabot, R. Miller et Y. Lambert

Les estomacs de sébaste qui contenaient des restes de repas ont été prélevés et les proies identifiées. La plupart des sébastes, qui vivent en eau profonde, régurgitent le contenu de leur estomac en réaction au gonflement de leur vessie natatoire lorsqu'ils sont ramenés à la surface. Voici un compte rendu de la fréquence des diverses proies retrouvées dans les estomacs intacts de 600 sébastes capturés en 1996 et 1997 dans le golfe du Saint-Laurent. Il se peut qu'une partie du contenu de ces estomacs ait été régurgitée, mais la proportion relative des diverses proies dans les estomacs et la proportion d'estomacs contenant des proies particulières devraient être représentatives. Les proies ont été identifiées à l'espèce dans la mesure du possible, mais ont été regroupées en grands taxons au Tableau 10.7, à la Figure 10.8 et à la Figure 10.9. Les résultats ont été ventilés selon l'espèce, d'après la cote MDH (homozygotes exclusivement), la classe de taille et la saison (printemps : avril à juin; été : juillet à septembre).

La vaste majorité des 600 estomacs échantillonnés renfermaient des crustacés au printemps (98,6 %) et en été (94,9 %), mais ne contenaient du poisson que dans 14,6 et 10,8 % des cas pendant ces deux saisons respectives. Lorsque les échantillons de printemps et d'été sont regroupés, 97,5 et 13,5 % des estomacs contenaient respectivement des crustacés et du poisson.

La taille du sébaste avait une incidence sur son régime alimentaire; ainsi, un plus grand pourcentage des petits individus avaient des petits crustacés dans leur estomac et un plus grand pourcentage des gros individus, des gros crustacés. Du poisson n'était présent que dans les estomacs des gros sébastes (Tableau 10.7).

Le régime alimentaire de *S. mentella* et de *S. fasciatus* se chevauchait beaucoup (Figure 10.8). Lorsque l'analyse est limitée à une gamme commune de longueurs, les deux espèces semblent dépendre des mêmes proies (Figure 10.9).

10.4 Remerciements

Nous désirons remercier F. Bélanger, F. Blouin, L. Brillant, C. Duluc, Y. Gagnon, C. Hennache, D. Leblanc, H. Lemieux, R. Miller, E. Parent, M. Péloquin, N. St-Hilaire,

A. Valentin, ainsi que toutes les autres personnes qui ont participé à l'échantillonnage sur le terrain et aux expériences en laboratoire.

Tableau 10.1. Relevés de recherche et expéditions d'échantillonnage effectués en 1996, 1997, 1998 et 1999 dans le cadre du programme de recherche sur le sébaste de l'Atlantique Nord-Ouest. **A)** Calendrier mensuel : les lettres indiquent le mois et les numéros renvoient à **B)** Navire, numéro du voyage et dates d'échantillonnage.

A

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1996				1	2,3,4	4,5	6	7	7			
1997	8			9		10						
1998					11					12,13	14	
1999					15							

B

Numéro dans A	Navire	Sortie	Début	Fin
1	Calanus II	IML96-010	22.04.96	25.04.96
2	A. Hort	Rimouski	13.05.96	14.05.96
3	Calanus II	IML96-015	24.05.96	27.05.96
4	Calanus II	IML96-019	27.05.96	29.06.96
5	Posseidon	Lunenberg	19.06.96	19.06.96
6	Needler	Halifax	15.07.96	15.07.96
7	Needler	AN248	08.08.96	01.09.96
8	Templeman	T-201	06.01.97	26.01.97
9	Teleost	IML97-007	20.04.97	29.04.97
10	Calanus II	IML97-018	04.06.97	20.06.97
11	Calanus II	IML98-018	25.05.98	05.06.98
12	Teleost	98-71	01.10.98	08.10.98
13	Teleost	98-72	10.10.98	22.10.98
14	R. Odyssey	RO2	29.10.98	11.11.98
15	Calanus II	IML99-013	19.05.99	23.05.99

Tableau 10.3. Taille des échantillons des divers tissus prélevés entre 1996 et 1999 aux fins de mesure du poids sec et des réserves d'énergie.

Tissu	1996	1997	1998	1999
Muscle				
Poids sec	656	507	117	81
Réserves d'énergie	178	135	117	
Foie				
Poids sec	604	516	117	81
Réserves d'énergie	215	115	117	
Gonades				
Poids sec	417	462	116	81
Réserves d'énergie	140	132	103	
Tube digestif				
Poids sec	624	515	117	81
Réserves d'énergie	122	181	117	
Carcasse				
Poids sec	450	148		
Réserves d'énergie	50	122		

Tableau 10.4. Relation entre le poids total et la longueur des sébastes reproducteurs femelles capturés en avril 1997 dans la partie nord du golfe du Saint-Laurent.

Espèce	a	b	R^2	n
S. mentella	$8{,}6 \times 10^{-6}$	3,076	0,98	61
Hétérozygotes	$8{,}2 \times 10^{-6}$	3,087	0,96	19
S. fasciatus	$9{,}0 \times 10^{-6}$	3,083	0,98	33

Tableau 10.5. Relation entre le poids total et la longueur des reproducteurs femelles de *S. fasciatus* capturés dans l'estuaire du Saint-Laurent en mai, de 1997 à 1999.

Année	a	b	R^2	n
1997	$1{,}43 \times 10^{-5}$	3,002	0,98	25
1998	$2{,}57 \times 10^{-5}$	2,897	0,83	70
1999	$3{,}45 \times 10^{-5}$	2,843	0,95	81

Tableau 10.5. Stade de développement et diamètre des œufs de *S. mentella*, de *S. fasciatus* et des hétérozygotes, identifiés d'après la cote MDH. Les échantillons ont été prélevés lors de la croisière de recherche du Teleost effectuée à la fin d'avril 1997 et examinés à bord. Le diamètre maximum de la capsule de l'œuf, de la vésicule vitelline et du globule lipidique est indiqué. Le stade de développement embryonnaire est indiqué comme une proportion, le stade 2 étant des embryons au stade de morula, de blastula ou de gastrula; le stade 3, des embryons formés non pigmentés, le stade 4, des embryons formés pigmentés dont seuls les yeux portent des mélanophores et le stade 5, des embryons formés pigmentés portant des mélanophores sur tout le corps. La proportion d'œufs éclos et la proportion de femelles portant des œufs éclos sont indiquées en pourcentages. La forme des œufs est indiquée comme le rapport entre la proportion d'œufs sphériques et elliptiques.

	Taille des œufs et réserves d'énergie			**Développement embryonnaire**				**Œufs éclos**	**Larves présentes**	**Forme des œufs**
	Capsule de l'œuf	**Vésicule vitelline**	**Globule lipidique**	**Stade 2**	**Stade 3**	**Stade 4**	**Stade 5**			
S. mentella	2,186 ± 0,387	1,000 ± 0,083	0,526 ± 0,050	0,0	2,7	47,9	49,3	16	73	19 : 81
Hétérozygotes	2,241 ± 0,310	1,000 ± 0,065	0,515 ± 0,046	0,0	3,6	28,6	67,9	14	82	7 : 93
S. fasciatus	1,754 ± 0,406	0,990 ± 0,133	0,514 ± 0,062	2,7	24,3	43,2	29,7	5	47	61 : 39

Tableau 10.7. Proportion (%) de sébaste des diverses catégories de longueur ayant des proies des divers groupes dans leur estomac. Les estomacs contenant des restes de crustacés et de poisson non identifiés ne sont pas inclus.

Proie	Longueur du poisson (mm)						
	< 80	80-111	112-146	147-199	200-299	300-399	400-499
Copépodes	11	51	28	23	4	7	0
Amphipodes	11	27	0	21	6	15	0
Mysidacés	11	0	38	40	42	34	35
Euphausiacés	0	11	3	28	28	18	0
Crevettes	0	3	7	10	24	50	70
Mollasse	0	0	0	0	1	15	10
Capelan	0	0	0	0	0	1	10
Lussion	0	0	0	0	0	1	0

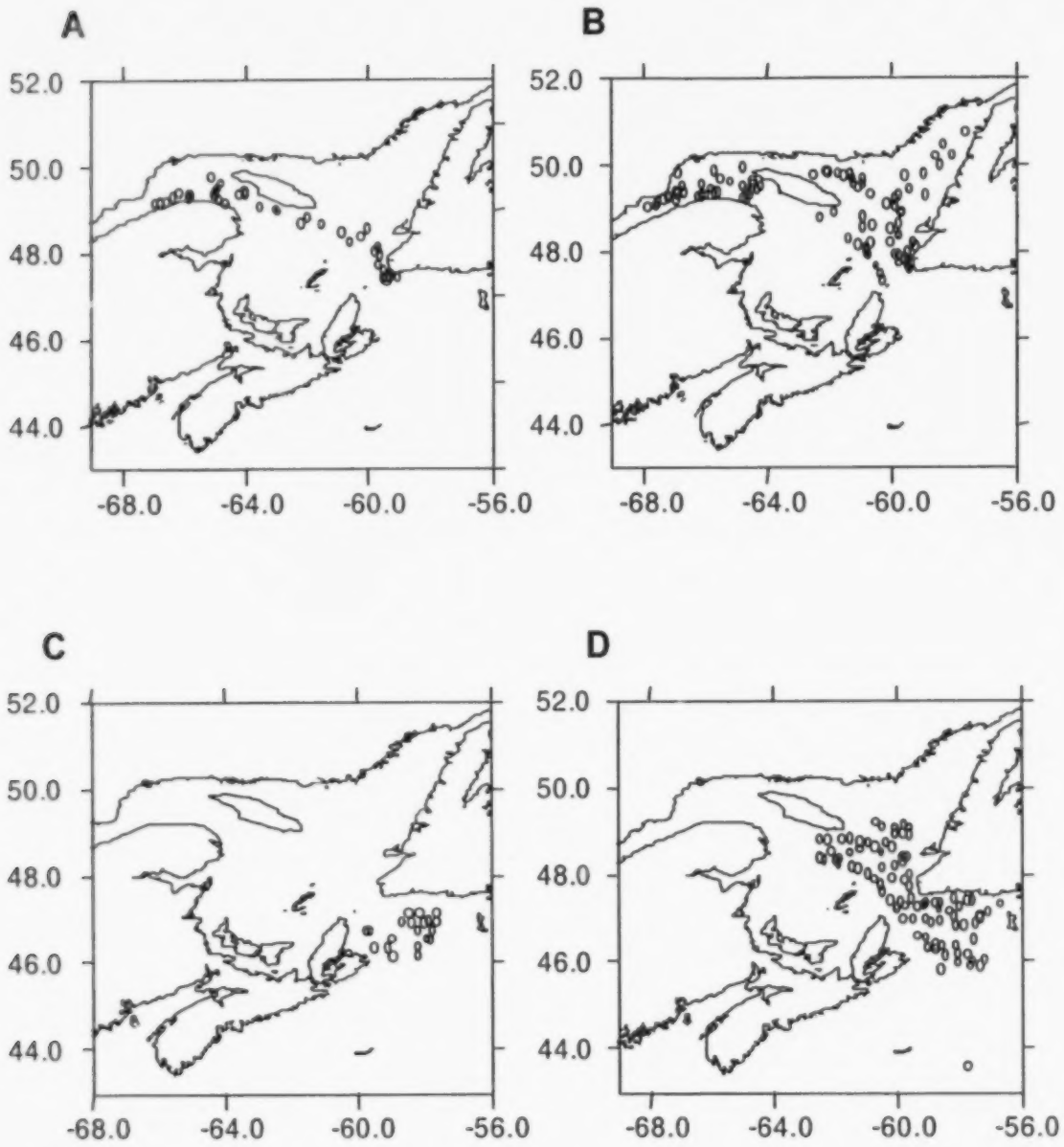

Figure 10.1. Superficie couverte par les relevés de recherche effectués à la fin d'avril 1997 (Teleost, A), en août 1996 (Needler, B), en janvier 1997 (Templeman, C) et en novembre 1998 (Richmond Odyssey, D) dans le golfe du Saint-Laurent et le détroit de Cabot.

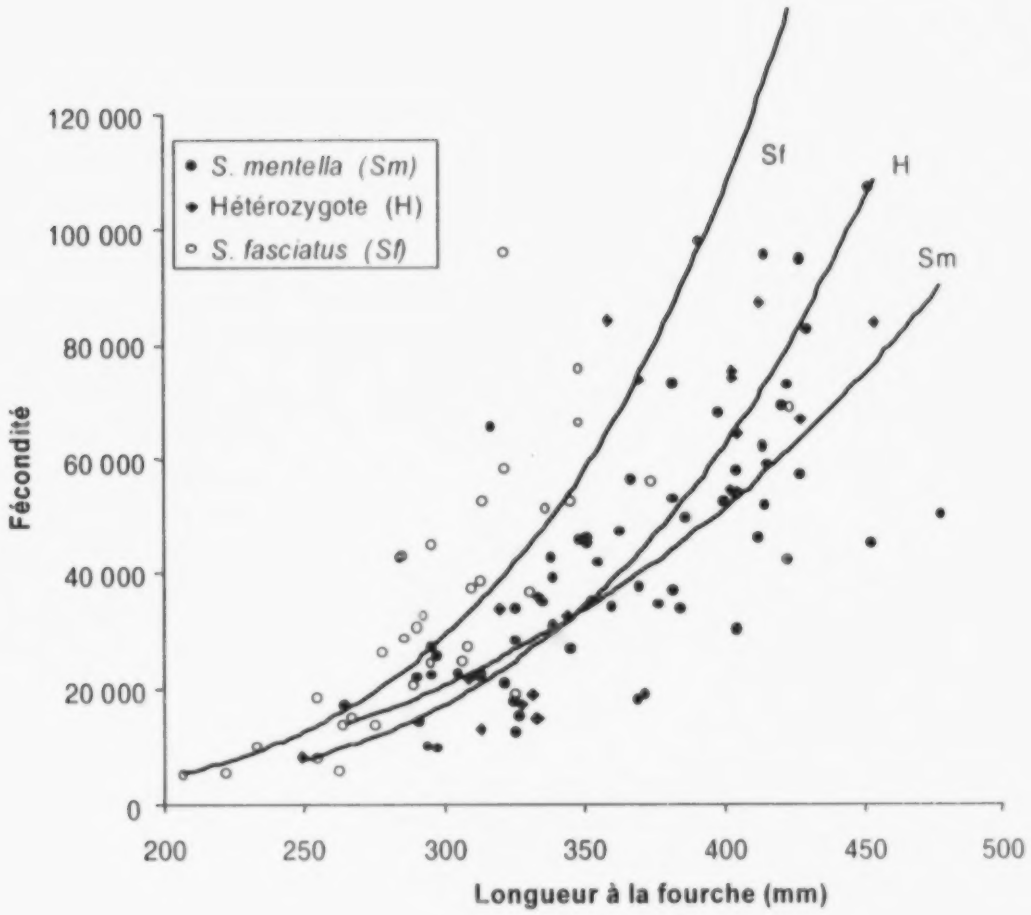

Figure 10.3. Relation entre la fécondité et la longueur à la fourche chez chaque espèce de sébaste capturée dans la sous-division 3Pn et la division 4R de l'OPANO en mai 1997. Les espèces ont été identifiées d'après le génotype au locus de la MDH.

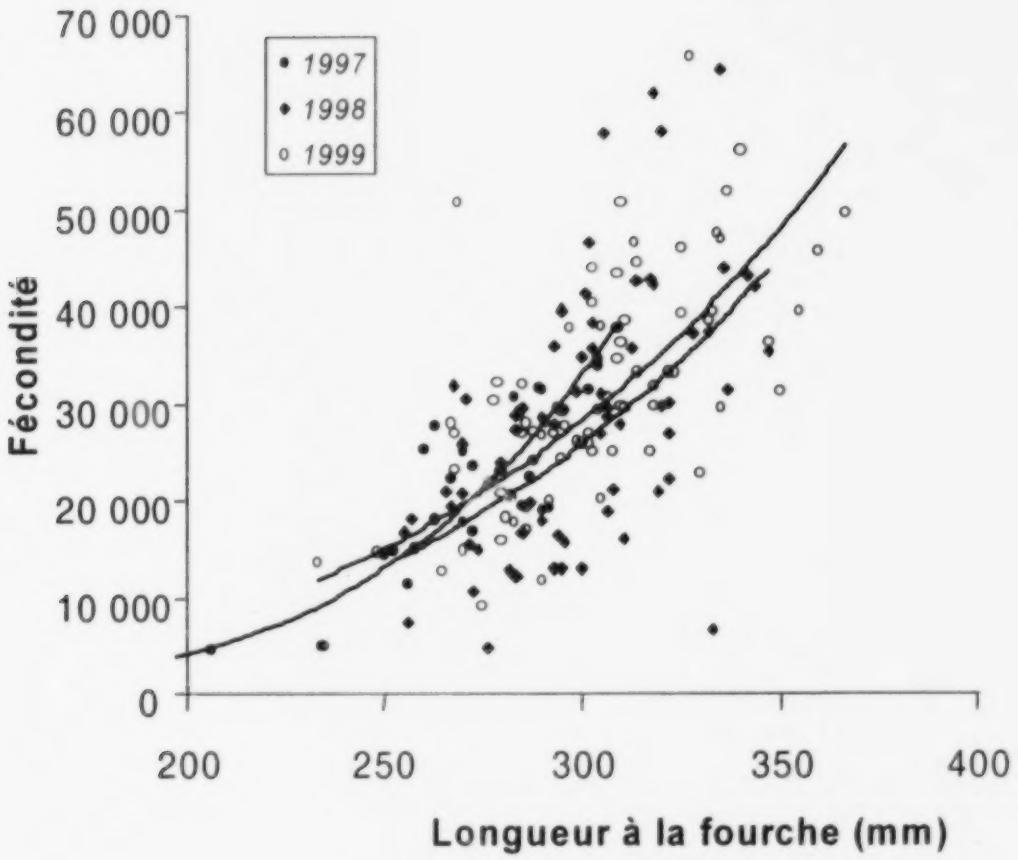

Figure 10.4. Relation entre la fécondité et la longueur à la fourche chez *S. fasciatus* (MDH*A2A2) capturé dans l'estuaire du Saint-Laurent (division 4T de l'OPANO) en mai 1997, 1998 et 1999.

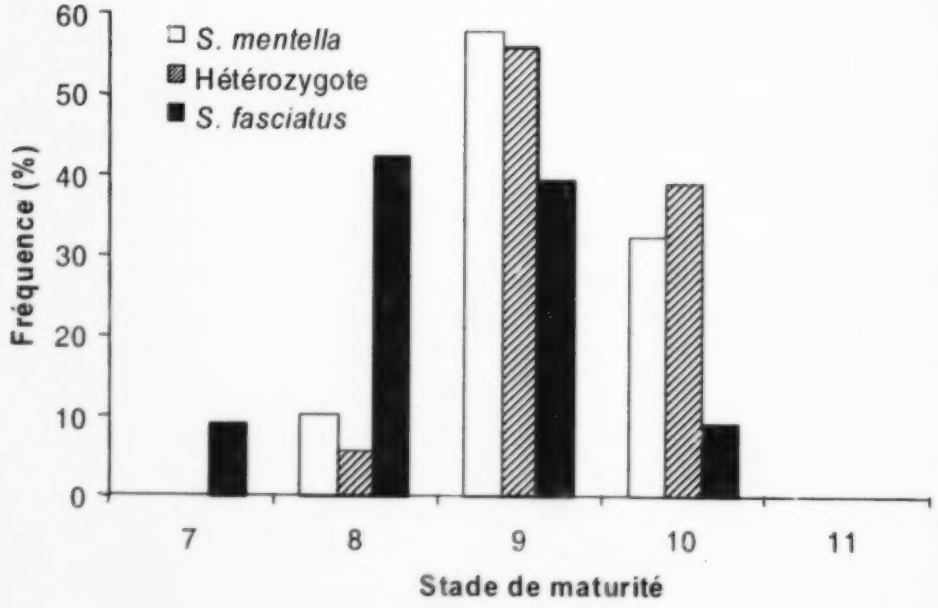

Figure 10.5. Stade de maturité (St-Pierre et de Lafontaine, 1985) des reproducteurs femelles capturés dans la partie nord du golfe du Saint-Laurent (3Pn4R) en avril 1997. La proportion de femelles de chaque espèce selon le stade de maturité est indiquée en pourcentage.

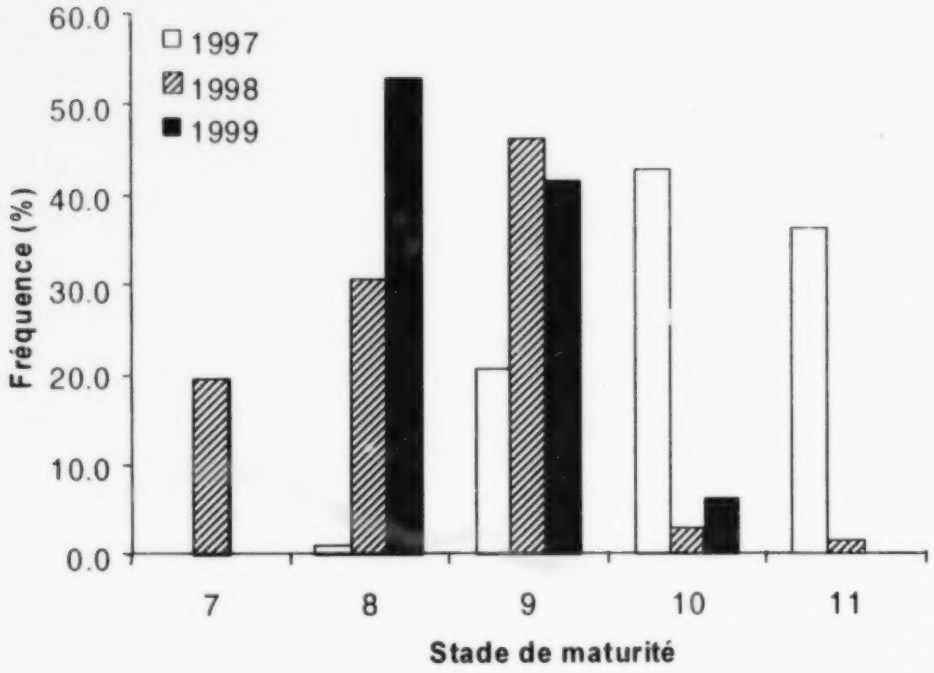

Figure 10.6. Stade de maturité (St-Pierre et de Lafontaine, 1985) des reproducteurs femelles de *S. fasciatus* capturés dans l'estuaire du Saint-Laurent (4T) en mai et au début de juin en 1997, 1998 et 1999. La proportion de femelles aux différents stades de maturité est indiquée en pourcentage.

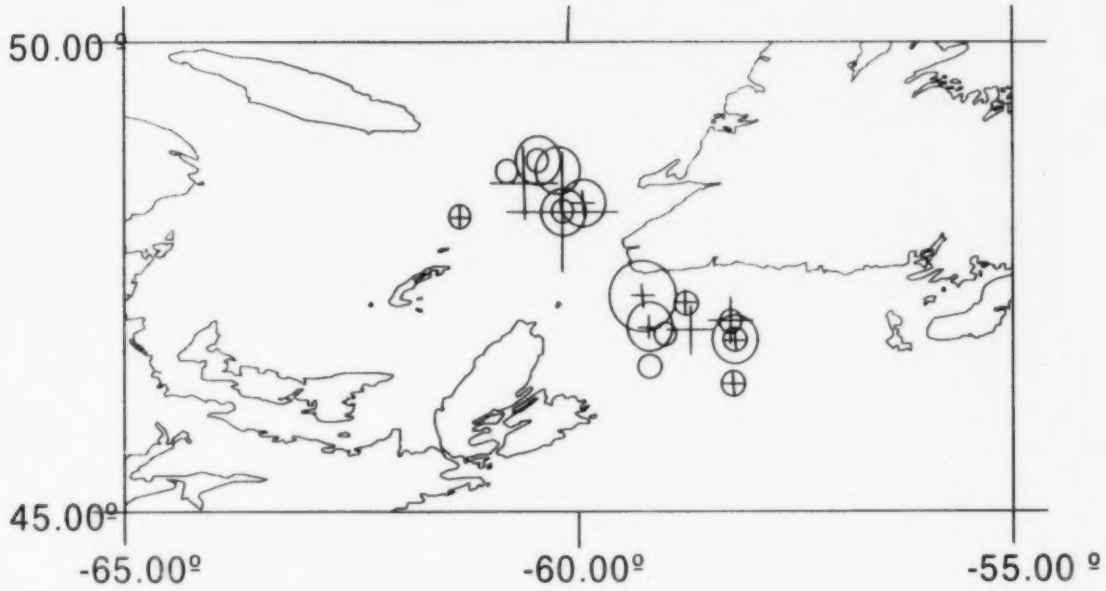

Figure 10.7. Nombre de femelles matures de *S. mentella* et d'hétérozygotes (MDH) ayant (+) ou non (O) des spermatozoïdes dans leurs ovaires. La taille du symbole est proportionnelle à la taille des échantillons.

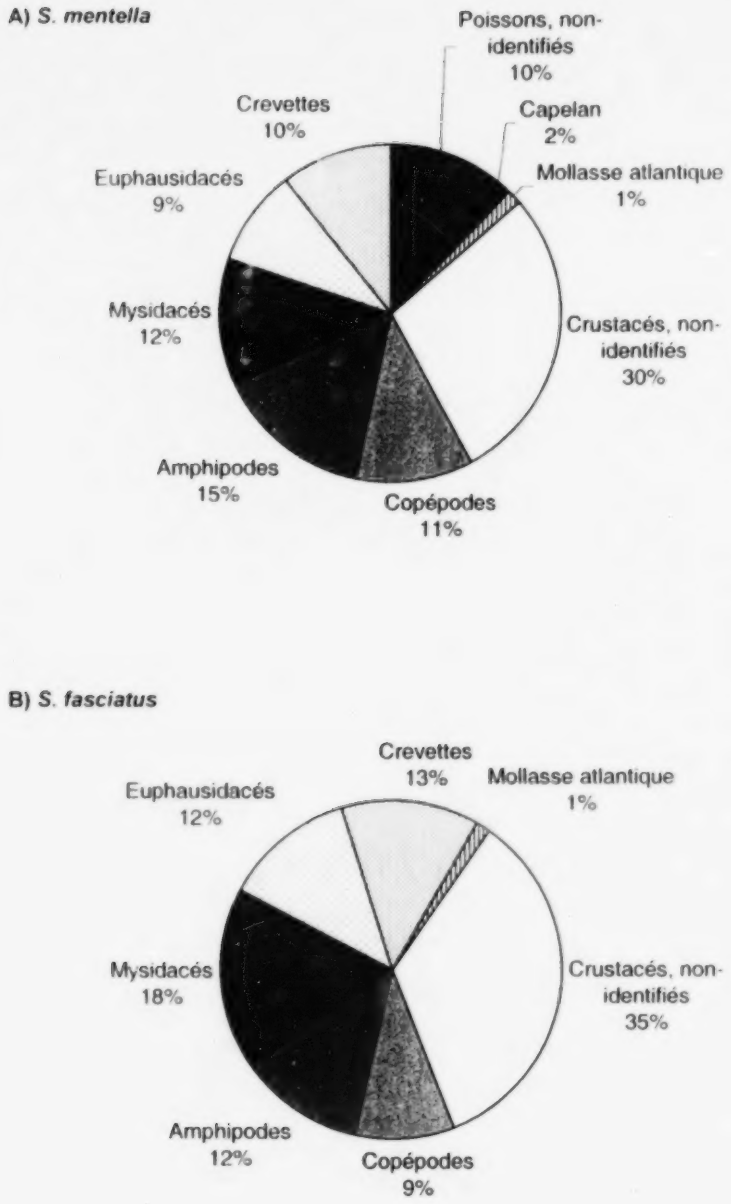

Figure 10.8. Proportion (%) des différentes proies dans les estomacs de A) *S. mentella* et de B) *S. fasciatus*.

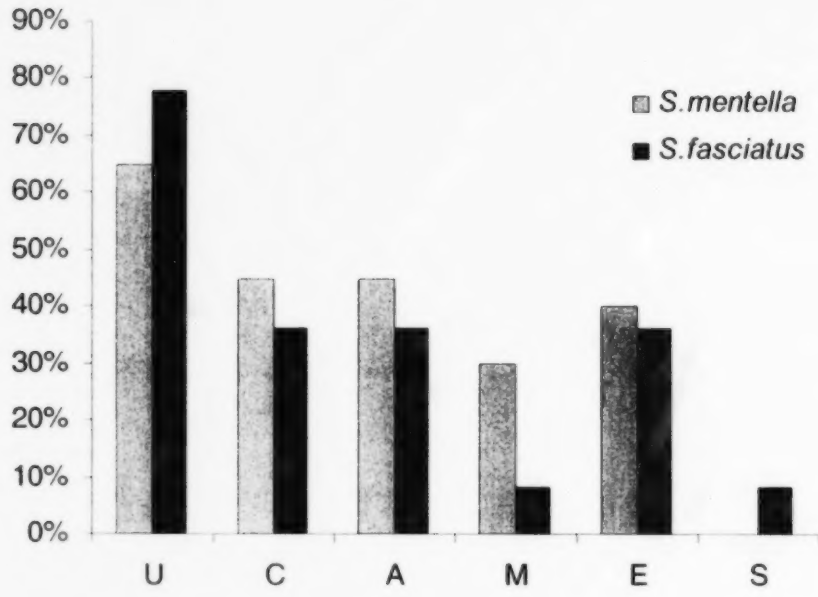

Figure 10.9. Proportion (%) d'estomacs de *S. fasciatus* (n = 36) et de *S. mentella* (n = 20) de 147 à 299 mm contenant des proies. U : restes de crustacés non identifiés, C : copépodes, A : amphipodes, M : mysidacés, E : euphausiacés, S : crevettes.

11. Utilisation des ressources endogènes et exogènes au cours des premiers stades de développement du sébaste (*Sebastes* spp.)

Benjamin J. Laurel, Joseph A. Brown et M. Robin Anderson[1]

Ocean Sciences Centre
Université Memorial de Terre-Neuve
St. John's (Terre-Neuve)
Canada A1C 5S7

[1] Ministère des Pêches et des Océans
Direction des sciences, C.P. 5667
St. John's (Terre-Neuve)
Canada A1C 5X1

Le sébaste (*Sebastes* spp.) est un poisson de fond exploité commercialement dans l'Atlantique Nord-Ouest, mais nous en connaissons très peu sur les premiers stades de son développement. Nous avons de la difficulté à étudier les stades embryonnaires et larvaires puisque le sébaste est ovovivipare et qu'il fréquente uniquement les milieux benthiques profonds lors du frai. La bonne gestion des espèces de poissons exploitées dépend cependant de la connaissance approfondie de ces premiers stades de développement puisque l'on croit que ceux-ci déterminent en grande partie la variabilité du recrutement. Nous avons mené deux études distinctes sur l'utilisation des ressources endogènes et exogènes par les larves de sébastes dans le but de mieux comprendre le processus de recrutement et le succès évolutif de ces espèces.

La première étude a porté sur les modifications dans les profils des lipides et des acides gras de larves au cours de cinq stades de développement ayant tous lieu à l'intérieur de la femelle (Tableau 11.1). Au cours de ces stades, la teneur en lipides a diminué de presque 50 %, ce qui suggère que les lipides constituent une source d'énergie importante et qu'ils sont métabolisés avant la parturition. Au cours de l'embryogenèse, le catabolisme des triacylglycérols est privilégié par rapport à celui des lipides polaires chez le sébaste, alors que le contraire se produit chez d'autres espèces de poisson de fond de l'Atlantique, telles que la morue (*Gadus morhua*) et le flétan (*Hippoglossus hippoglossus*) (Figure 11.1). La grande variabilité au niveau de ces réserves de lipides porte à croire que la sensibilité aux variations de l'abondance des proies après la parturition varie selon la progéniture.

La deuxième étude a porté sur le comportement, la croissance et la survie de larves de sébastes élevées en laboratoire dans des milieux où la concentration de proies étaient de 0, 500, 1 500 ou 4 500 par litre. En dépit du possible stress causé par la collecte et le transport, quelques larves ont survécu jusqu'au jour 18 dans le milieu sans proie.

Cependant, dans ce même milieu, plus de 50 % d'entre elles sont mortes avant le 5e jour. La croissance, la survie et la condition des larves ont varié en fonction de l'abondance des ressources alimentaires et étaient optimales dans le milieu de 1 500 proies/L. Les rapports du nombre d'attaques par rencontre avec une proie significativement inférieurs dans le milieu de 4 500 proies/L suggèrent que les larves pourraient être distraites dans les milieux riches en ressources alimentaires. Une telle distraction pourrait expliquer la diminution significative de la croissance et de la survie des larves élevées dans de tels milieux. Bien que les concentrations de proies utilisées dans cette expérience soient plus élevées que celles observées en milieu naturel, des comparaisons avec d'autres expériences d'élevage suggèrent que la disponibilité des ressources alimentaires n'est pas un facteur aussi limitant pour le sébaste que pour d'autres espèces commerciales importantes, telles que la morue.

Des expériences semblables sur la morue ont montré que cette espèce survit, croît et se nourrit davantage dans des milieux où les proies sont près de trois fois plus nombreuses que dans les milieux optimaux observés pour le sébaste (Tableau 11.2). Nous avons également constaté que la morue croît trois fois plus rapidement que le sébaste. Ce fait, jumelé aux données sur le comportement de quête de nourriture, suggère que le sébaste est mieux adapté que la morue aux milieux faibles en ressources alimentaires. Il est probable que les larves de morues surpassent les larves de sébastes dans les milieux naturels riches en proies et que l'inverse soit vrai dans les milieux pauvres. La prédation par les larves de morues est une autre raison qui pourrait expliquer le taux de survie des larves de sébastes. Les larves de morues deviennent cannibales lorsqu'elles atteignent une longueur d'environ 1 cm. Étant donné qu'elles croissent plus rapidement que les larves de sébastes, il est possible qu'elles s'en nourrissent dans les milieux riches en proies. Ainsi, la présence simultanée des larves de morues et de sébastes, de même que la dynamique liée à cette présence pourraient constituer un élément clé influençant le recrutement du sébaste.

À la suite de cette étude, nous recommandons d'éliminer ou de réduire les activités de pêche au cours de la période de parturition des femelles. Étant donné que les larves se développent à l'intérieur des femelles, la réduction du stress au cours de cette période pourrait entraîner une hausse de la qualité des larves après leur expulsion. Nous savons que le stress causé par la pêche peut réduire la qualité des larves de morues, il pourrait donc en être de même pour les larves de sébastes.

Tableau 11.1. Description des stades de développement du sébaste avant l'expulsion fondée sur le diamètre des yeux, la longueur totale et les patrons de pigmentation.

Stade de développement	Description
D1	Les œufs ne sont pas éclos (diamètre des œufs : ~1,6 mm), mais les yeux sont clairement visibles au travers du chorion.
D2	Les larves mesurent de 5,0 à 5,5 mm et sont dotées d'un grand sac vitellin. Les yeux ont un diamètre de 0,29 à 0,31 mm, et aucune pigmentation n'est visible sur le corps.
D3	Les larves mesurent de 6,0 à 6,5 mm et sont dotées d'un grand sac vitellin. Les yeux sont plus gros que ceux des larves D2 (de 0,38 à 0,42 mm), mais aucune pigmentation n'est encore visible sur le corps.
D4	Les larves mesurent de 6,5 à 6,8 mm, et le sac vitellin est visiblement plus petit par rapport aux stades D2 et D3. Une pigmentation est visible le long de la surface dorsolatérale de l'appareil digestif, et les mélanophores sont en forme de point. Les yeux ont un diamètre de 0,5 ou de 0,51 mm.
D5	Les larves mesurent de 6,8 à 7,2 mm et ne possèdent plus qu'un vestige du sac vitellin. La pigmentation est visible le long de la surface dorsolatérale de l'appareil digestif, au-dessus du cerveau et le long des lignes médianes dorsale et ventrale. Les mélanophores sont en forme d'étoile ou ramifiés et souvent liés dans les zones post-anales. Les yeux sont un peu plus gros que lors du stade D4 (de 0,52 ou de 0,53 mm).

Tableau 11.2. Taux de croissance, de survie et d'attaque moyens du sébaste (*Sebastes* spp.) et de la morue (*Gadus morhua*) élevés dans des milieux à faible concentration (de 1 000 à 1 500 proies par litre) et à forte concentration (de 4 000 à 4 500 proies par litre) de proies.

ESPÈCE	VARIABLE	C. FAIBLE DE PROIES	C. FORTE DE PROIES
Sebastes spp.	Taux de croissance (mm/d) †	0,074	0,059
	Taux de survie (%) ††	22,3	8,0
	Taux d'attaque (proies/min) ††	2,8	0,5
Gadus morhua	Taux de croissance (mm/d) †	0,129	0,186
	Taux de survie (%) †	2,0	22,3
	Taux d'attaque (proies/min) ††	1,9	3,2

† Données fondées sur les semaines 1 à 6 de la période d'élevage.

†† Données fondées sur la 6^{e} semaine de la période d'élevage.

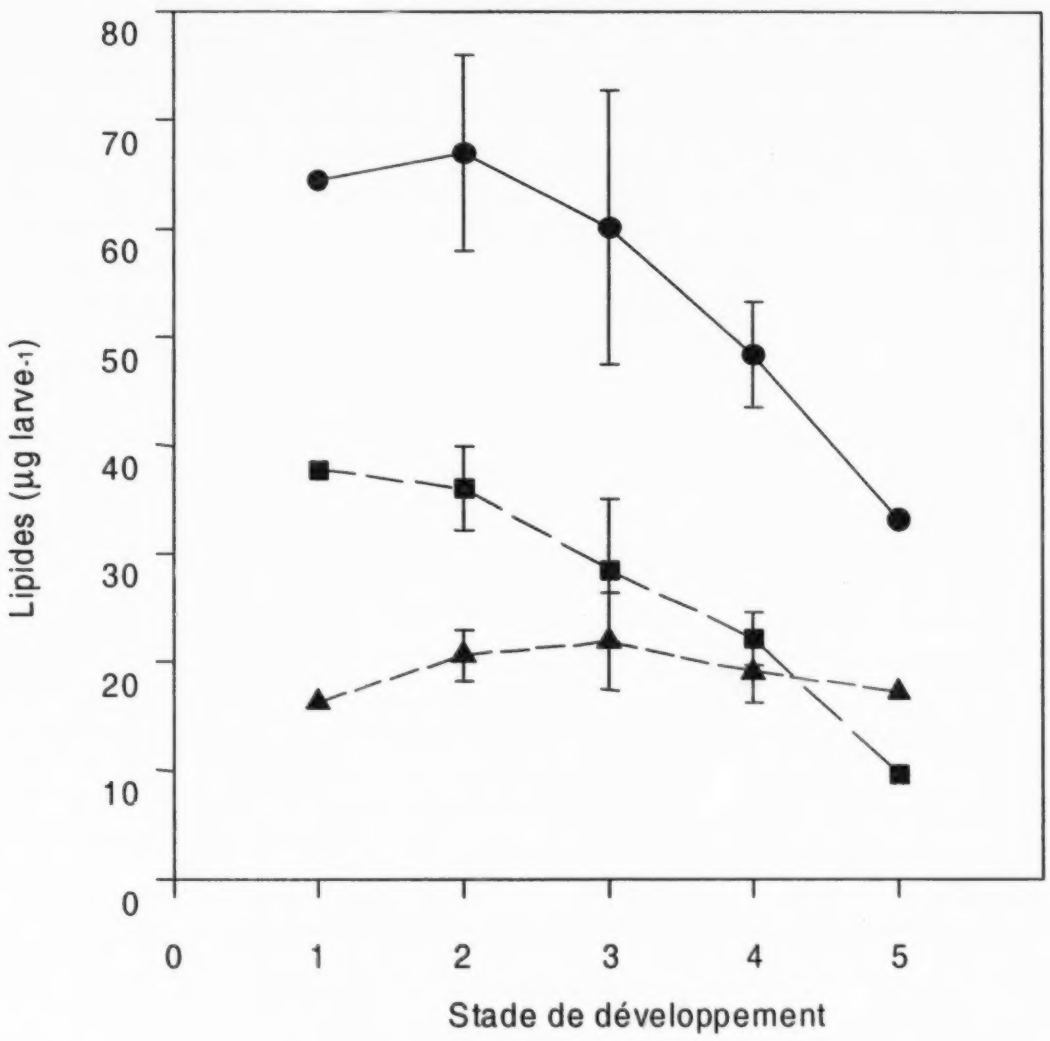

Figure 11.1. Modifications des quantités absolues de lipides (●), de triacylglycérols (TAG; ■) et de phospholipides (PL; ▲) au cours du développement des larves de sébastes avant leur expulsion. Les données constituent des moyennes (± 1 ET) de 1 à 5 échantillons de 10 œufs ou larves regroupés.

VI. CONCLUSIONS

12. Sommaire et principales conclusions

Le programme était ambitieux puisqu'il visait à examiner de nombreux aspects de la biologie du sébaste de l'Atlantique Nord-Ouest. D'une durée de trois ans, il a permis de résoudre de nombreuses questions essentielles à la gestion des stocks et de recueillir une mine de nouveaux renseignements sur la biologie de ces espèces. Comme nous nous y attendions d'ailleurs, les nombreuses questions qu'il a soulevées ont aussi été plus nombreuses que celles auxquelles il a répondu. Par contre, nous nous fonderons sur ses résultats pour éprouver des hypothèses précises. Voici les principaux résultats du programme.

Identification des espèces et des stocks :

- Les travaux de recherche en génétique, reposant sur les microsatellites confirment clairement l'existence de trois espèces, soit *S. mentella*, *S. fasciatus* et *S. marinus*, ainsi que l'hybridation introgressive entre *S. mentella* et *S. fasciatus* dans les unités 1 et 2. Des analyses génétiques corroborent et clarifient les résultats d'études antérieures reposant sur l'ADNr, la MDH, la musculature de la vessie natatoire et le nombre de rayons de la nageoire anale.
- Les résultats révèlent un mélange suffisant entre le sébaste des unités 1 et 2 pour qu'il soit impossible de le différencier sur le plan génétique, bien que des analyses de ses parasites donnent à penser que le taux de migration entre les deux unités peut être limité.
- Les résultats indiquent en outre que le sébaste du complexe unités 1 et 2 constitue une population distincte sur le plan génétique des populations retrouvées plus au sud (unité 3 et golfe du Maine) et celles retrouvées au nord (Grands Bancs et Labrador).
- En général, les résultats constituent des renseignements préliminaires sur la structure des stocks dans l'ensemble de l'Atlantique Nord-Ouest et suggèrent que les populations biologiques fréquentent peut-être des aires beaucoup plus vastes que les unités de gestion actuelles.

Biologie et écologie

- Les études ont permis de recueillir des renseignements détaillés sur le cycle de reproduction, les stades de maturité, la croissance et la fécondité de *S. mentella* et de *S. fasciatus* dans les unités 1 et 2 et de confirmer les différences entre les espèces.
- La répartition du sébaste dans l'unité 1 a changé au cours des années 1990 (eaux plus profondes et plus au sud), mais les préférences de température et de profondeur

ne semblent pas expliquer cette variation. Le sébaste des unités 1 et 2 manifeste les mêmes préférences, mais pas celui de l'unité 3.

- Des mesures sur place ont permis d'établir avec précision les propriétés acoustiques du sébaste. Des progrès ont en outre été réalisés dans l'utilisation de l'acoustique comme outil de dénombrement.

Les résultats soulèvent d'importantes questions sur la gestion des stocks de sébaste. Les unités biologiques identifiées dans le cadre de l'étude génétique ne correspondent pas aux unités de gestion utilisées en ce moment. Aucune différence n'a été trouvée entre le sébaste de l'unité 1 et de l'unité 2, ce qui suggère qu'il appartient à une seule « population » montrant plusieurs traits dynamiques caractéristiques d'une métapopulation (plusieurs frayères et régimes de migration, ainsi que mélange marqué pendant une partie de l'année [c.-à-d., en hiver]), en particulier :

- Le sébaste des unités 1 et 2 semble appartenir à un seul complexe de stock. La structure spatiale des populations demeurant incertaine, il faut étudier davantage la stratégie de gestion qui serait appropriée à ce poisson.
- Quels sont les régimes de migration et de déplacement du sébaste dans le chenal Laurentien? Le sébaste se déplace-t-il librement d'un endroit à l'autre? En reste-t-il un certain nombre à des endroits particuliers? Ou y a-t-il mélange de migrateurs et de sédentaires?
- Est-ce que le recrutement à un endroit particulier dépend d'un autre endroit? La synchronisation du recrutement est compatible avec cette hypothèse, bien que des événements extérieurs (c.-à-d., des facteurs environnementaux) puissent expliquer cette observation. Les larves sont-elles transportées ailleurs ou les futures recrues se dispersent-elles après avoir gagné les profondeurs? Est-ce que les eaux dépeuplées des unités 1 ou 2 seront colonisées de nouveau ou non?
- Le comportement des deux espèces est-il le même dans l'ensemble des unités 1 et 2 ou existe-t-il des différences selon l'endroit?

Les résultats obtenus pour d'autres endroits ne sont pas aussi détaillés que ceux pour les unités 1 et 2. Cependant, dans le cas de l'unité 3, l'accore de le plateau, les bassins et le golfe du Maine devraient-ils être gérés séparément? Dans le même ordre d'idées, quelles sont les unités de gestion appropriées pour les Grands Bancs et les eaux plus au nord?

Le Programme de recherche multidisciplinaire sur le sébaste a donné une mine de renseignements précieux sur le sébaste de l'Atlantique Nord-Ouest, mais comme cela est le cas pour toutes les bonnes recherches scientifiques, il a aussi donné lieu à de nouvelles hypothèses. Nous avons maintenant une bien meilleure idée de la structure des stocks de sébaste retrouvés dans la région, bien que nous n'ayons pas élucidé la structure interne de ces grandes unités ni ce qui se passe à leurs limites. Nous comprenons mieux les besoins du sébaste en matière d'environnement. Mais il est évident qu'il reste encore beaucoup à faire. Dans ce sens, un programme exhaustif de recherche sur les interactions entre le

sébaste de l'unité 1 et de l'unité 2 est en cours afin d'établir la pertinence de ces deux unités.

13. Références

Anderson, J.T. 1994. Feeding ecology and condition of larval and pelagic juvenile redfish *Sebastes* spp. Mar. Ecol. Prog. Series. 104: 211-226

Anon. 1995. Proceedings of 'Redfish Sampling Strategies Workshop' at Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth N.S. March 5-7, 1995. 27 p.

Anon. 1995. Report of the zonal working group meeting on redfish in Unit 1, 2, and 3, and Division 3O. Manuscrit inédit, 39 p.

Atkinson, D.B. et D. Power. 1990. Some analyses of data for redfish off the south coast of Newfoundland (NAFO Div. 3P/4V). CAFSAC Res Doc. 90/57.

Atkinson, D.B.et D. Power. 1991. The redfish stock issue in 3P, 4RST, and 4VWX. CAFSAC Res. Doc. 91/38, 47 p.

Avise, J.C. 1994. Molecular markers, natural history and evolution. Chapman &Hall, 511 p.

Barsukov, V.V. 1972. Systematic of the Atlantic redfish. Fish. Res. Board Can. Transl. Ser. No. 2531, 33 p.

Bourgeois, C. E. et I.-H. Ni. 1984. Metazoan parasites of Northwest Atlantic redfishes (*Sebastes* spp.). Can. J. Zool. 62: 1879-1885.

CAFSAC. 1991. Advice on the management of groundfish stocks. CAFSAC Adv. Doc. 91/13 (Revised), 29 p.

Campana, S. et J. Casselman. 1992. Discrimination of the 4Vs/4T cod stocks using otolith shape analysis. CAFSAC Res.Doc. 92/45.

Campana, S. et J. Casselman. 1993. Stock discrimination using otolith shape analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50: 1062-1083.

Castonguay, M., C. Rollet, A. Fréchet, P. Gagnon, D. Gilbert et J.-C. Brêthes. 1999. Distribution changes of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in the northern Gulf of St. Lawrence in relation to an oceanic cooling. ICES J. Mar.Sci. 56: 333-344.

Castonguay, M., P. Simard et P. Gagnon. 1991. Usefulness of Fourier analysis of otolith shape for Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) stock discrimination. Can J. Fish Aquat. Sci. 48: 296-302.

Cavalli-Sforza, L.L. et A.W.F. Edwards. 1967. Phylogenetic analysis: models and estimation procedures. Evolution 21: 550-570.

Corti, M. 1993. Geometric morphometrics: an extension of the revolution. Trends in Ecology and Evolution 8: 302-303.

D'Amours, D., K.T. Frank et G. Bugden. 1994. Report of the Working group on oceanographic effects on stock migration and mixing — reviewed by the Fisheries Oceanography Committee (FOC). DFO Atl. Fish. Res. Doc. 94/54, 52 p.

David, B. et B. Laurin. 1997. Quantifier les ressemblances entre espèces : La paléontologie à l'ère de la morphométrie géométrique et de l'ordinateur. La Recherche 296: 82-83

Desrosiers, B., J.-M. Sévigny et J.P. Chanut. 1999. Restriction fragment length polymorphism of rDNA in the redfish *Sebastes fasciatus* and *S. mentella* (Scorpaenidae) from the Gulf of St. Lawrence. Can. J. Zool. 77: 267-277.

Gagné, P. 1995. Variation génotypique et distribution spatio-temporelle des larves de sébaste, *Sebastes fasciatus* et *S. mentella* dans le golfe du Saint-Laurent. Thèse de maîtrise. Université Laval. 96 p.

Ghosh, B., U. Datta, S.R. Choudhury et R.K. Mandal. 1991. Size class homogeneity of repeat lengths and evolutionary divergence of ribosomal RNA genes in fishes as studied by restriction fragment length analysis. J. Genet. 70: 169-179.

Horn, P. 1988. Tagging bluenose and alfonsino with detachable hooks. Catch 15: 17-18.

L'Abée-Lund, J.H. 1988. Otolith shape discriminates between juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*. J.Fish. Biol. 33: 899-903.

Larocque, R. 2000. A SCUBA technique for collecting live *Sebastes* spp. specimens. Can. Tech. Rep. Aquat. Sci. 2309: v + 13 p.

Love, M., J. Hyland, A. Ebeling, T. Herrlinger, A. Brooks et E. Imamura. 1994. A pilot study of the distribution and abundance of rockfishes in relation to natural environmental factors and an offshore oil and gas production platform off the coast of Southern California. Bull Mar. Sci. 55: 1062-1085.

Mayo, R. K., J. Burnett, T. D. Smith et C.A. Muchant. 1990. Growth-maturation interactions of Acadian Redfish (*Sebastes fasciatus* Storer) in the Gulf of Maine-Georges Bank region of the Northwest Atlantic. J. Cons. Int. Explor. Mer, 46: 287-305.

McGlade, J.M., C.M. Annand et T.J. Kenchington. 1983. Electrophoretic identification of *Sebastes* and *Helicolenus* in the Northwestern Atlantic. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 1861-1870.

Miller, K.M, A.D. Schulze et R.E. Withler. 2000. Characterisation of microsatellite loci in *Sebastes alutus* and their conservation in congeneric rockfish espèces. Molecular Ecology 9: 240-242.

Morin, B. et B. Bernier. 1994. Le stock de sébaste (*Sebastes* spp.) du golfe du Saint-Laurent (4RST + 3Pn4Vn [janv-mai]) : État de la ressource en 1993. MPO Pêche Atl. Doc. Rech. 94/24, 62 p.

Morin, B., D. Power et P. Gagnon. 1994. Distribution of redfish (*Sebastes* spp.) in the Gulf of St. Lawrence and in Laurentian Channel based on RV surveys and commercial fishery catch rates. DFO Atl. Fish. Res. Doc. 94/91, 52 p.

Ni, I.-H. 1981. Separation of sharp-beaked redfish, *Sebastes fasciatus* and *S. mentella*, from Northeastern Grand Bank by morphology of extrinsic gasbladder musculature. J. Northwest Atl. Fish. Sci. 2: 7-12.

Ni, I.-H. 1982. Meristic variation in beaked redfishes, *Sebastes mentella* and *S. fasciatus*, in the Northwest Atlantic. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 1664-1685.

Ni, I-H. et W.T. Templeman. 1985. Reproductive cycles of Redfishes (*Sebastes*) in Southern Newfoundland waters. J. Northwest Atl. Fish. Sci. 6: 57-63.

Ni, I-H. et E. J. Sandeman. 1984. Size at Maturity for Northwest Atlantic redfishes (*Sebastes*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 1753-1762

Payne, R.H. et I.-H. Ni. 1982. Biochemical population genetics of redfishes (*Sebastes*) off Newfoundland. J. Northwest Atl. Fish. Sci. 3: 169-172.

Perry, R.I. et S.J. Smith. 1994. Identifying habitat associations of marine fishes using survey data: an application to the NW Atlantic. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51 : 589-602.

Phillips, R.B., K.A. Pleyte et M.R. Brown. 1992. Salmonid phylogeny inferred from ribosomal DNA restriction maps. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 2345-2353.

Robbins, C.R., R.M. Bailey, C.E. Bond, J.R. Brooker, E.A. Lachner, R.N. Lea et W.B. Scott. 1991. Common and Scientific names of Fishes from the United States and Canada, fifth edition. American Fisheries Society, Special Publication 20, 183 p. Bethesda, Maryland.

Rohlf, F. J. et L.F. Marcus. 1993. A revolution in morphometrics. Trends in Ecology and Evolution. 8: 129-132.

Roques, S., D. Pallotta, J.-M. Sévigny et L. Bernatchez. 1999a. Isolation and characterization of polymorphic microsatellite markers in the North Atlantic redfish (Teleostei: Scorpaenidae, genus *Sebastes*). Molecular Ecology. 8: 685-686.

Roques, S., P. Duchesne et L. Bernatchez. 1999b. Potential of microsatellites for individual assignment: the North Atlantic (genus *Sebastes*) species complex as a case study. Molecular Ecology. 8: 1703-1717.

Roques, S., J.-M. Sévigny et L. Bernatchez. 2001. Evidence for broadscale introgressive hybridisation between two redfish (genus *Sebastes*) in the Northwest Atlantic: a rare example in marine environment. Molecular Ecology. 10: 149-165.

Roques, S., J.-M. Sévigny et L. Bernatchez. 2002. Genetic structure of deep-water redfish, *Sebastes mentella*, populations across the North Atlantic evidenced by microsatellite variation. Marine Biology. 140: 297-307.

Rubec, P.J., J.M. McGlade, B.L. Trottier et A. Ferron. 1991. Evaluation of methods for separation of Gulf of St. Lawrence beaked redfishes, *Sebastes fasciatus* and *S. mentella*: malate dehydrogenase mobility patterns compared with extrinsic gasbladder muscle passages and anal fin ray counts. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48: 640-660.

Runge, J. A. et Y. de Lafontaine. 1996. Characterization of the pelagic ecosystem on the northern Gulf of St. Lawrence in early summer: the larval redfish – *Calanus* – microplankton interaction. Fish. Oceanogr. 5: 21-37.

Saborido-Rey, J. F. 1994. El género *Sebastes* Cuvier, 1829 (Pisces, Scorpaenidae) en el Atlántico norte: Identificación de especies y poblaciones mediante métodos morfométricos; crecimiento y reproducción de las poblaciones en Flemish Cap. Tesis Doctoral, Departamento de Zoología, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.

Sévigny, J.-M. et Y. de Lafontaine. 1992. Identification of redfish juveniles in the Gulf of St. Lawrence using genotypic specific variations. p. 69-73. *In*: de Lafontaine, Y., T. Lambert, G.R. Lilly, W.D. McKone, and R.J. Miller. (ed.). Juvenile Stages: The Missing Link in Fisheries Research. Report of a Workshop. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1990: vii + 139 p.

Sévigny, J.-M., P. Gagné, Y. de Lafontaine et J. Dodson. 2000. Identification and distribution of the larvae of redfish species (*Sebastes fasciatus* and *S. mentella*: Scorpaenidae) in the Gulf of St. Lawrence. Fishery Bulletin. 98: 375-388.

Sévigny, J.-M., P. Gagné, Y. de Lafontaine et J. Dodson. 2000. Identification and distribution of larvae of redfish (*Sebastes fasciatus* and *S. mentella*: Scorpaenidae) in the Gulf of St. Lawrence. Fish. Bull. 98: 375-388.

St-Pierre, J.-F. et Y. de Lafontaine. 1995. Fecundity and reproduction characteristics of beaked redfish (*Sebastes fasciatus* and *S. mentella*) in the Gulf of St. Lawrence. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2059: 32 + vii p.

Sundt, R.C. et T. Johansen. 1998. Low levels of intraspecific DNA sequence variation of the mitochondrial 16S rRNA in North Atlantic redfish *Sebastes* (Pisces, Scorpaenidae). Sarsia. 83: 449-452.

Templeman, W.T. 1980. Incidence of subcaudal melanophores in pre-extrusion larvae of redfish species in the Newfoundland-Labrador area. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 1: 7-19.

Templeman, W. et H. J. Squires. 1960. Incidence and distribution of infestation by *Sphyrion lumpi* (Kroyer) on the redfish, *Sebastes marinus* (L.), of the western North Atlantic. J. Fish. Res. Board Can. 17: 5-31.

Thompson, D. W. 1917. On growth and form. Cambridge: Cambridge University Press.

Valentin, A., J.-M. Sévigny et J.-P. Chanut. Sous presse. Geometric Morphometrics reveals Body Shape Differences between Sympatric Redfish *Sebastes mentella, S. fasciatus* and their Hybrids in the Gulf of St. Lawrence. Journal of Fish Biology.

Wooster, W.S. et K. M. Bailey 1988. Recruitment of marine fishes revisited, p. 153-159. In R.J. Beamish and G.A. McFarlane [ed.] Effect of ocean variability on recruitment and an evaluation of parameters used in stock assessment models. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 108.

Références électroniques

Black, G.A.P. 2001 ACON Data Visualization Software User Manual - Version 9.01 – 5 juin 2001. En ligne, à *http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/science/acon/*

Penin, X. 1999. APS version 2.1. A Windows program joining Procrustes superimposition and statistics. En ligne, à *http://www.cpod.com/monoweb/aps*.

ANNEXES

Annexe I Publications issues du Programme

Desrosiers, B., J.-M. Sévigny et J.-P. Chanut. 1999. Restriction fragment length polymorphism of rDNA in the redfish *Sebastes fasciatus* and *S. mentella* (Scorpaenidae) from the Gulf of St. Lawrence. Can. J. Zool. 77: 267-277.

Gauthier, S. et G. A. Rose. 1998. An *in situ* target strength model for Atlantic redfish. Proceedings of the 16th International Congress on Acoustics and 135th Meeting of the Acoustical Society of America, Vol. III: 1817-1818.

Gauthier, S. et G. A. Rose. 2001. Diagnostic tools for unbiased in situ target strength estimation. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. 58: 2149-2155.

Gauthier, S. et G. A. Rose. 2001. Target strength of encaged Atlantic redfish (*Sebastes* spp.). ICES Journal of Marine Science. 58: 562-568.

Gauthier, S. et G. A. Rose. 2002. Effects of vertical and horizontal distribution heterogeneity on acoustic and trawl surveys of Atlantic redfish. Actes du 6^{e} Symposium sur l'acoustique appliquée aux pêches et aux écosysèmes aquatiques, Montpellier, France. 10-14 juin 2002, 25 p.

Gauthier, S. et G. A. Rose. 2001. Target Strength of encaged Atlantic redfish (*Sebastes* spp.). ICES Journal of Marine Science. 58: 562-568

Gauthier, S. et G. A. Rose. 2002. *In situ* target strength studies on Atlantic redfish (*Sebastes* spp.) ICES Journal of Marine Science. 59: 805-815.

Gauthier, S. et G. A. Rose. Sous presse. An hypothesis on endogenous hydrostasis in Atlantic redfish (*Sebastes* spp.). Fisheries Research.

Gauthier, S. et G. A. Rose. Sous presse. Acoustic observation of shoaling behavior and diel vertical migration in Atlantic redfish (*Sebastes* spp.). Journal of Fish Biology.

Laurel, B.J., J.A. Brown et R. Anderson. 2001. Behaviour, growth and survival of redfish larvae in relation to prey availability. J. Fish Biol. 59: 884-901.

Marcogliese, D. J., E. Albert, P. Gagnon et J.-M. Sévigny. 2003. Use of parasites in stock identification of the deepwater redfish (*Sebastes mentella*) in the Northwest Atlantic. Fishery Bulletin. 101: 183-188.

Roques, S., D. Pallotta, J.-M. Sévigny et L. Bernatchez. 1999a. Isolation and characterization of polymorphic microsatellite markers in the North Atlantic redfish (Teleostei: Scorpaenidae, genus *Sebastes*). Molecular Ecology. 8: 685-686.

Roques, S., P. Duchesne et L. Bernatchez. 1999b. Potential of microsatellites for individual assignment: the North Atlantic (genus *Sebastes*) species complex as a case study. Molecular Ecology. 8: 1703-1717.

Roques, S., J.-M. Sévigny et L. Bernatchez. 2001. Evidence for broadscale introgressive hybridisation between two redfish (genus *Sebastes*) in the Northwest Atlantic: a rare example in marine environment. Molecular Ecology. 10: 149-165.

Roques, S., J.-M. Sévigny et L. Bernatchez. 2002. Genetic structure of deep-water redfish, *Sebastes mentella*, populations across the North Atlantic evidenced by microsatellite variation. Marine Biology. 140: 297-307.

Rose, G. A., S. Gauthier et G. L. Lawson. 2000. Acoustic surveys in the full monte: estimating uncertainty. Aquatic Living Ressources. 13: 1-6.

Valentin, A., J.-M. Sévigny et J.-P. Chanut. 2002. Geometric morphometrics reveals body shape differences between sympatric redfish *Sebastes mentella, S. fasciatus* and their hybrids in the Gulf of St. Lawrence. Journal of Fish Biology. 60: 857-875.

Annexe II Chronologie du Programme sur le sébaste

Date	Événement	Lieu
12-1994	Plan de gestion du poisson de fond : annonce du Programme sur le sébaste	
27-02-1995 au 02-03-1995	Atelier sur le sébaste	Laboratoire René-Poirier (MPO et ACIA) Longueuil (Qc)
02-06-1995	Atelier sur le sébaste afin de discuter des priorités de recherche; 42 participants de Sciences, de Gestion des pêches et de l'industrie; président : Serge Labonté	Halifax (Holiday Inn)
07-09-1995	Réunion du Comité directeur	Montréal (Château Champlain)
28-09-1995	Document de travail aux fins de planification	
28-10-1995	Présentation de la proposition de projet	
03-11-1995	Réunion du Comité directeur	conférence téléphonique
14-11-1995 au 15-11-1995	Planification d'un atelier scientifique	Institut Maurice-Lamontagne
21-12-1995	Proposition du programme	
23-01-1996	Approbation du programme par le CNDS[1]	
31-01-1996 au 01-02-1996	Réunion du Comité scientifique	Halifax
05-03-1996 au 07-03-1996	Atelier sur les stratégies d'échantillonnage du sébaste	IOB, Dartmouth
08-05-1996	Atelier sur la présentation du programme à l'industrie	Halifax (Holiday Inn)
28-06-1996	Rapport annuel	
31-10-1996	Rapport d'étape	
29-11-1996	Réunion du Comité directeur	conférence téléphonique
11-12-1996	Rapport annuel	
03-04-1997	Réunion du Comité scientifique (examen du projet)	conférence téléphonique
24-10-1997	Réunion du Comité directeur	Halifax

[1] Comité national des directeurs des Sciences (CNDS)

31-10-1997	Rapport d'étape	
31-03-1999	Fin du programme	
16-11-1999 au 17-11-1999	Atelier de l'industrie : Présentation des résultats à l'industrie	Moncton

Annexe III Mandat, Comité directeur et Comité scientifique

L'objectif du PROGRAMME DE RECHERCHE PLURIDISCIPLINAIRE SUR LE SÉBASTE est d'étudier les aspects de la biologie des espèces de sébastes et des pêches dont elles sont l'objet afin d'approfondir les connaissances sur ces espèces et, ainsi, assurer la viabilité économique à long terme et la durabilité de la pêche.

COMITÉ DIRECTEUR

Mandat

Le Comité directeur a le mandat de superviser le Comité scientifique dans la conception et la mise en œuvre d'un programme de recherche pluridisciplinaire sur les sébastes de l'Atlantique Nord-Ouest, principalement ceux des unités 1, 2 et 3 et de la division 3O de l'OPANO. Le Comité directeur est chargé des tâches suivantes :

- obtenir l'approbation du SMA - Sciences et de l'industrie relativement aux objectifs et aux résultats attendus du programme;
- approuver les propositions de projets scientifiques (objectifs, hypothèses, structure des projets, etc.) préparées par le Comité scientifique;
- approuver les plans budgétaires et financiers liés au programme, tels que présentés par le Comité scientifique;
- veiller à la réalisation des bons examens scientifiques des projets;
- évaluer, chaque trimestre, l'atteinte des objectifs et le respect des échéanciers du programme et apporter les corrections nécessaires;
- coordonner la présentation annuelle des résultats du programme aux clients (présentation préparée par le Comité scientifique).

Membres du Comité

Le Comité directeur est composé de cinq scientifiques et de trois représentants de l'industrie de la pêche au sébaste. Il est présidé par le gestionnaire des programmes du MPO.

Président :	Serge Labonté (MPO)
Scientifiques :	D. Gascon (MPO) D.B. Atkinson (MPO) R. Branton (MPO) P. Smith (MPO)
Industrie :	Gabriel Gregory (FPI) Michael O'Connor (Compagnie nationale des produits de la mer Limitée) Robert Haché (FRAPP)
Secrétaire :	B. Morin (MPO)

Fréquence des réunions

Le Comité directeur se réunit au moins deux fois par année. Il recourt parfois à la conférence téléphonique ou à la messagerie électronique.

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mandat

Le Comité scientifique relève du Comité directeur. Il est constitué des principaux enquêteurs du programme et est établi graduellement au fil de la structuration du programme et de l'intégration de projets de recherche. La mise sur pied initiale du programme et la formation du Comité scientifique font l'objet du graphique ci-joint.

Le Comité scientifique a le mandat de superviser et de coordonner les activités scientifiques liées au programme de recherche. Il est chargé des tâches suivantes :

- préparer la proposition dans laquelle figurent les objectifs, les hypothèses, la structure du projet, les protocoles et les résultats attendus;
- veiller à la coordination quotidienne du programme (personnel, matériel, navire, etc.);
- préparer un rapport annuel qui décrit les réalisations du programme et les changements apportés en regard du plan initial.

Annexe IV Dernier atelier

Date : les 16 et 17 novembre 1999
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des pêches du Golfe, Moncton
Président : D. Gascon

Ordre du jour

Le mardi 16 novembre

13 h 15 – 13 h 30	Introduction. D. Gascon (Institut Maurice-Lamontagne, MPO)
1re séance	***Identification et caractéristiques des espèces et structure des stocks***
13 h 30 – 14 h	Identification et répartition des espèces de sébastes fondées sur divers marqueurs génétiques et variations morphologiques. J.-M. Sévigny (Institut Maurice-Lamontagne, MPO), B. Branton (Institut océanographique de Bedford, MPO), D. Power (Centre des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest, MPO), B. Desrosiers (Institut des sciences de la mer), M. Black (Institut Maurice-Lamontagne, MPO) et É. Parent (Institut Maurice-Lamontagne, MPO).
14 h – 14 h 30	Distinction des espèces et des populations de sébastes de l'Atlantique Nord-Ouest à l'aide de microsatellites. S. Roques et L. Bernatchez (Université Laval), et J.-M. Sévigny (Institut Maurice-Lamontagne, MPO).
14 h 30 – 15 h	Utilisation de la méthode d'analyse morphométrique en réseau pour distinguer *Sebastes fasciatus* et *Sebastes mentella* dans le golfe du Saint-Laurent. A. Valentin et J.-P. Chanut (Institut des sciences de la mer), et J.-M. Sévigny (Institut Maurice-Lamontagne, MPO).
15 h – 15 h 15	Pause café
15 h 15 – 15 h 45	Croissance et maturité des sébastes (*Sebastes* sp.) dans les unités de gestion 1, 2 et 3 et dans la division 3O de l'OPANO. R. M. Branton (Institut océanographique de Bedford, MPO), B. Morin (Institut Maurice-Lamontagne, MPO), D. Power (Centre des pêches de l'Atlantique nord-ouest, MPO) et J.-M. Sévigny (Institut Maurice-Lamontagne, MPO).
15 h 45 – 16 h 15	Utilisation de parasites pour l'identification des stocks de sébaste atlantique (*Sebastes mentella*) de l'Est canadien. D. J. Marcogliese (Centre Saint-Laurent, EC) et E. Albert (Institut Maurice-Lamontagne, MPO).
	Discussion générale

Le mercredi 17 novembre

2e séance	***Études sur la répartition, la migration et le recrutement***
09 h – 09 h 30	Conclusions sur les migrations des sébastes fondées sur une analyse des données des journaux de bord commerciaux de 1985 à 1992 portant sur les unités de gestion 1, 2 et 3. D. Power (Centre des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest, MPO).
09 h 30 – 10 h	Changements de la répartition des sébastes dans le golfe du Saint-Laurent d'après des données de relevés de recherche. M. Castonguay et B. Morin (Institut Maurice-Lamontagne, MPO).
10 h – 10 h 30	Historique d'exposition à la température des sébastes. P. Smith (Institut océanographique de Bedford, MPO).
10 h 30 – 10 h 45	Pause café
10 h 45 – 11 h 15	Identification et répartition des larves de sébastes (*Sebastes fasciatus* et *S. mentella* : Scorpaenidae) dans le golfe du Saint-Laurent. J.-M. Sévigny (Institut Maurice-Lamontagne, MPO), P. Gagné (Université Laval), Y. de Lafontaine (Centre Saint-Laurent, EC) et J. Dodson (Université Laval).
11 h 15 – 11 h 45	Utilisation des ressources endogènes et exogènes au cours des premiers stades de développement du sébaste atlantique (*Sebastes* spp.). J. Brown et B. Laurel (Ocean Science Centre, Université Memorial, Terre-Neuve).
11 h 45 – 12 h 15	Examen des causes possibles de la disparition de la classe d'âge 1988 de la population de sébastes du golfe du Saint-Laurent. B. Morin, S. Hurtubise, M. Hammill et D. Gilbert (Institut Maurice-Lamontagne, MPO).
12 h 15 – 14 h	Déjeuner
13 h 30 – 14 h	Développement du modèle de relevé acoustique pour le sébaste. S. Gauthier et G. Rose (Université Memorial, Terre-Neuve).
	Discussion, rapport et conclusion.

Participants

Atkinson, Bruce	Centre des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest, MPO – Région de Terre-Neuve
Bollivar, David	SeaFreez Foods Inc.
Branton, Robert	Institut océanographique de Bedford, MPO – Région des Maritimes
Brown, Joe	Université Memorial - Ocean Science Centre, Terre-Neuve
Camiran, Réjeanne	Institut Maurice-Lamontagne, MPO – Région du Québec
Chapman, Bruce	Conseil pour la conservation des ressources halieutiques (CCRH)
Gascon, Dominique	Institut Maurice-Lamontagne, MPO – Région du Québec
Gaudet, Mario	Ministère des Pêches et de l'Aquaculture, Nouveau-Brunswick
Gauthier, Stéphane	Université Memorial, Terre-Neuve
Gauvin, Alyre	A.P.P.F.A.
Gillis, Dave	Ministère des Pêches et du Tourisme, Île-du-Prince-Édouard
Halliday, Ralph	Institut océanographique de Bedford, MPO – Région des Maritimes
Hennessey, Frank	Conseil pour la conservation des ressources halieutiques (CCRH)
MacRinnon, Clarie	Pêches et Aquaculture, Nouvelle-Écosse
Lemelin, Dario	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
Morin, Bernard	Institut Maurice-Lamontagne, MPO – Région du Québec
O'Connor, Michael	Compagnie nationale des produits de la mer Limitée
Power, Don	Centre des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest, MPO – Région de Terre-Neuve
Roques, Séverine	Université Laval
Sévigny, Jean-Marie	Institut Maurice-Lamontagne, MPO – Région du Québec
Valentin, Alexandra	Institut des sciences de la mer (UQAR)
Yeadon, Maureen	Conseil pour la conservation des ressources halieutiques (CCRH)